

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka / Automaatiotekniikka

Mirja Virtanen

KENTTÄVÄYLÄLIITYNTÄ ERI OHJAUSJÄRJESTELMIEN VÄLILLÄ
SÄÄTÖVIRITYSKÄYTTÖÖN

Opinnäytetyö 2011

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka / Automaatiotekniikka

VIRTANEN, MIRJA

Kenttäväyläliityntä eri ohjausjärjestelmien välillä säätövirityskäyttöön

Opinnäytetyö

56 sivua + 16 liitesivua

Työn ohjaaja

Laboratorioinsinööri Vesa Kankkunen

Toimeksiantaja

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

Toukokuu 2011

Avainsanat

kenttäväylä, ProfibusDP, säätöpiiri, viritys

Opinnäytetyössä käsitellään kenttäväyläliitynnällä toteutettua yhteyttä kahden eri ohjausjärjestelmän välillä. Liityntä mahdollistaa säätöpiirien viritysohjelmiston käyttämisen automaatiolaboratorion virtausprosessin säätöjen virittämiseen. Opinnäytetyön yhtenä tarkoituksena on tuottaa ohjeistus siitä, kuinka viritysohjelmistoa voidaan käyttää säätötekniikan käytännön opetuksessa.

Opinnäytetyössä käsitellään aluksi säätöpiirien virityksen perusteita. Myös yleisiä kenttäväylätekniikan ratkaisuja ja laitteita esitellään lyhyesti.

Työn kuluessa rakennettiin toimiva kenttäväyläliityntä ohjelmoitavan logiikan ja automaatiojärjestelmän välille. Liityntää varten asennettiin tarvittavat laitteet automaatiolaboratorion opetusympäristöön ja määriteltiin laitteiden konfiguraatiot. Myös kaapelointia lisättiin.

Säätöpiirien viritysohjelmiston käyttämistä varten määriteltiin järjestelmästä toiseen siirrettävät tiedot ja ohjausten toiminta. Määrittelyiden pohjalta tehtiin toimenpidesuunnitelma kummassakin järjestelmässä tarvittavista ohjelmallisäyksistä ja -muutoksista. Suunnitelmassa sovitut muutokset ja lisäykset toteutettiin.

Testauksen kuluessa tarkistettiin sekä signaalien siirto että ohjelmien toiminta. Kuten lähes aina, tälläkin kertaa jouduttiin tekemään korjauksia. Kun tiedonsiirto ja ohjelmat oli saatu toimiviksi, testattiin vielä viritysohjelmiston käyttö. Testauksen jälkeen voitiin todeta saadun aikaiseksi kokonaisuus, jota voidaan hyödyntää opetuksessa.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Mechanical and Production Engineering, Automation Engineering

VIRTANEN, MIRJA

Field Bus Link Connecting Different Control Systems for
Use of Control Loop Tuning Software

Bachelor's Thesis

56 pages + 16 pages of appendices

Supervisor

Vesa Kankkunen, Laboratory Engineer

Commissioned by

Kymenlaakso University of Applied Sciences

May 2011

Keywords

field bus, ProfibusDP, control loop, tuning

In the present thesis, a connection based on field bus technology between two different control systems is introduced. The field bus connection allows the use of control loop tuning software in order to tune the controls of the flow process located in the automation laboratory. One of the aims of this work was to produce a set of instructions on how the tuning software could be used for teaching purposes.

At the beginning of the study, the main principles of controlling and tuning of control loops are discussed. Also, a short introduction to common solutions and equipment of the field bus technology is included.

In the course of the work, a working field bus connection was built between the programmable logic control system and the automation system. The needed equipment was installed and the required configurations were executed. Some cabling had to be installed, too.

In order to use the control loop tuning software, the data transmitted from one system to other needed to be specified, as well as the operation of the control loops. On the basis of these, an action plan was made. In the plan it was decided what modifications were to be done and which programs were to be added to both systems. These plans were implemented after testing.

Testing was divided into two parts. First, it was tested that the connections worked properly and the data signals were transmitted properly. Second, the functionality of the programs in this project was put to a test. It was obvious that some corrections had to be made before the final implementation. After the testing had been completed, it could be found that a system for teaching had been created.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
2	SÄÄTÖTEKNIIKAN PERUSTEITA	7
	2.1 Automaatio	7
	2.2 Sääto	8
	2.2.1 Sääto suunnittelu	8
	2.2.2 Sääto piiri	10
	2.2.3 Sääto menetelmiä	10
	2.2.4 Sääto piirin viritys	11
	2.2.5 Viritysparametrit	12
3	TUNEUP-OHJELMISTO	13
	3.1 Yleistä	13
	3.2 Ohjelmiston käyttö	14
	3.3 Prosessikokeet	17
	3.4 PID -säätimen viritys	18
	3.5 TuneUp Professional -version lisäominaisuudet	21
4	LAITETEKNIKKAA	22
	4.1 Kenttäväylätekniikka	22
	4.2 Profibus-laitteet	23
	4.3 Protokollat	23
	4.4 Profinet ja Profibus	25
	4.4.1 ProfibusDP ja ProfibusPA	27
	4.5 Profibus-kenttälaitteet	28
5	OHJAUSJÄRJESTELMÄT	28
	5.1 Ohjelmoitava logiikkajärjestelmä	28
	5.2 Automaatiojärjestelmä	29
	5.3 DP/DP-linkki	31

5.4	Profibus-verkot automaatiolaboratoriossa	33
5.4.1	ProfibusDP-verkko Siemens S7 300 -ympäristössä	34
5.4.2	Liitynnän määrittely SST-konfiguraatio-työkalulla	35
6	PROSESSIKUVAUKSET	38
6.1	Virtausprosessi 2009	38
6.2	Prosessikuvaus MetsoDna-automaatiojärjestelmässä toteutetusta virtausprosessista	40
6.2.1	Piirikohtaiset toimintakuvaukset	40
7	OHJELMAT JA TESTAUS	41
7.1	Siemens S7 300 -sarjan ohjelmoitavaan logiikkaan tehdyt ohjelmat	41
7.2	MetsoDna-järjestelmään tehdyt ohjelmat	44
7.3	Testaus	48
7.3.1	Tiedonsiirto	48
7.4	Ohjelmien toiminnallinen testaus	53
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	53
	LÄHTEET	55
	LIITTEET	
	Liite 1. Käyttöohje liitynnälle	
	Liite 2. Siemens S7 300 -logiikkaan tehty ohjelmalistaus	
	Liite 3. MetsoDna-järjetelmään tehdyt ohjelmat	

1 JOHDANTO

Kymenlaakson ammattikorkeakoulun tekniikan ja liikenteen yksikkö sijaitsee Kotkassa, Metsolan kampuksella. Insinöörikoulutusta tarjotaan seuraavilla aloilla: energiatekniikka, logistiikka, merenkulku, puutekniikka, rakennustekniikka, tietotekniikka ja veneteknologia. Ylempiä ammattikorkeakoulututkintoja voi suorittaa teknologiaosaamisen johtamisessa ja merenkulun hallinnossa. (Kymenlaakson ammattikorkeakoulu 2011a.)

Energiatekniikan koulutusohjelmasta valmistunut insinööri on voinut opinnoissaan suuntautua energiateollisuuden automaatio-, prosessi-, kone- ja laitossuunnitteluun tai käynnissä pitoon.

Automaation opetus paneutuu prosessin hallintaan. Automaation avulla tuotantoa voidaan ohjata niin, että se on tehokasta, turvallista ja taloudellista sekä ympäristöystävällistä. Opetusvälineinä käytetään kenttäinstrumentointi- ja ohjausjärjestelmälaitteistoja sekä simulaatio- ja suunnitteluohjelmistoja.

(Kymenlaakson ammattikorkeakoulu 2011b.)

Automaatiolaboratoriossa on käytössä MetsoDna-automaatiojärjestelmä, jossa on opetuskäyttöön tarkoitettu demo-ohjelmisto. Automaatiojärjestelmään on hankittu TuneUp-ohjelmisto säätöpiirien virittämistä varten. Laboratoriossa on myös virtausprosessi, jonka ohjaukset on toteutettu Siemens S7 300 -ohjelmoitavalla logiikalla. Tarkoituksena on liittää automaatiojärjestelmä ja ohjelmoitava logiikka väyläratkaisulla niin, että virtausprosessin säätöjä voidaan virittää TuneUp-ohjelmistolla.

Opinnäytetyö tulee palvelemaan opetusta täydentämällä säätötekniikan teoriaopetusta harjoitusympäristössä. Toimiva linkitys mahdollistaa käytännön kokeilut erilaisilla säätöparametreilla. Tällöin opiskelija saa havainnollisen kuvan viritysparametrien vaikutuksesta säätöpiirin toimintaan.

2 SÄÄTÖTEKNIIKAN PERUSTEITA

2.1 Automaatio

Tuotantoprosesseja on ohjattava, jotta ne saadaan toimimaan halutulla tavalla. Yksinkertaisimmillaan tämä voidaan tehdä niin, että tuotantoa valvovat useat ihmiset, jotka puuttuvat prosessin kulkuun, kun näkevät siihen tarvetta. Tämä tapa ei ole nopea, tehokas eikä toistettava.

Toinen ääripää prosessinohjauksessa on täysin tai lähes täysin automatisoitu prosessi, jossa ihminen lähinnä seuraa tilannetta, muttei kovin usein puutu prosessin kulkuun. Automaatio saa prosessista tietoja, joiden perusteella ohjelmisto päättää, miten prosessin kulkuun vaikuttavia laitteita pitää operoida, jotta saavutetaan haluttu lopputulos ja antaa päättelyn perusteella ohjauskäskyjä laitteelle.

Puoliautomaattiseksi systeemiksi voidaan kutsua sellaista järjestelyä, jossa tuotanto edellyttää jatkuvaa vuorovaikutusta ihmisen ja laitteen välillä. Tällaisia systeemejä on erityisesti tuotantolinjoilla, joissa tehdään kappaletavaran kokoonpanoa.

Nykyaikainen automaatio voidaan määritellä tekniikaksi, joka käyttää ohjelmoituja käskyjä ohjaamaan kohteena olevaa prosessia ja saa palautteen prosessista mittaustietona. Palautteesta voidaan päätellä, onko ohjaustoiminto tehnyt prosessiin halutun muutoksen.

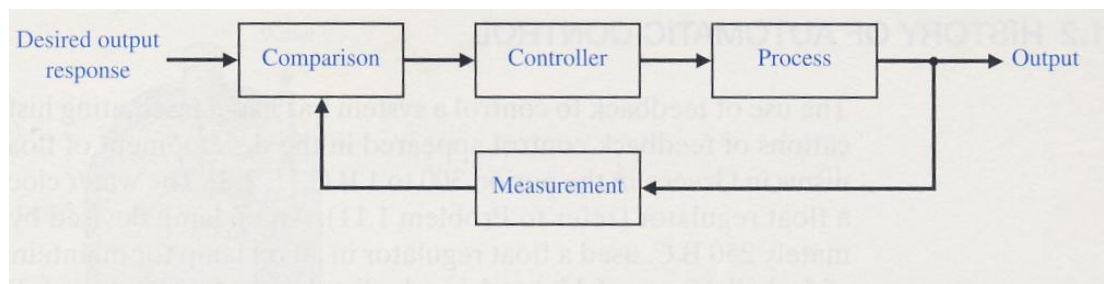
(Dorf ym. 2001, 11.)

Säätöjärjestelmiä käytetään, koska halutaan kasvattaa tuotantoa ja parantaa laitteiden toimintaa. Automaatiota käytetään parantamaan tuottavuutta ja parantamaan tuotteiden laatua. Automaation määritellään olevan prosessin, laitteen tai järjestelmän automaattinen toiminta tai ohjaus. Automaatiota käyttämällä voidaan tuottaa tuotteita tietyn toleranssin sisällä ja suurella tarkkuudella. (Dorf ym. 2001, 9.)

2.2 Sääto

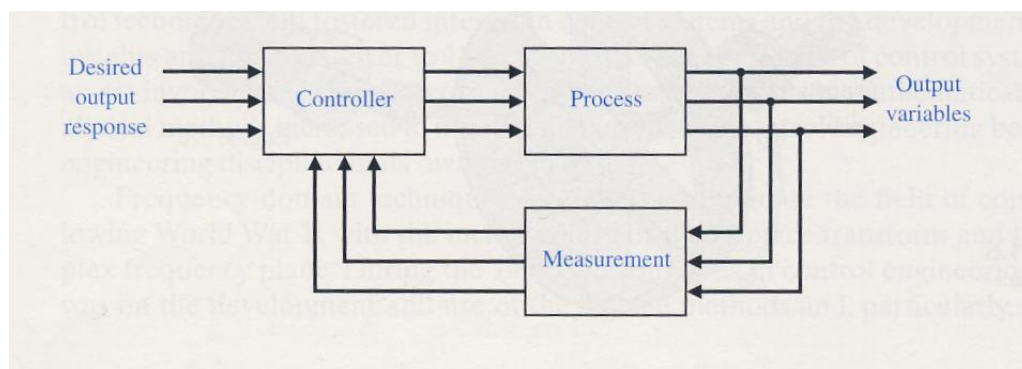
Sääto voi olla avoin, jolloin ohjaavalle laitteelle annetaan käsky suorittaa toiminto, joka vaikuttaa prosessiin. Avoimen säädön ollessa kyseessä ei sen toimintaan kuulu palaute, jolla todennettaisiin toimenpiteen vaikutus.

Kun on kyseessä suljettu säätöpiiri, saadaan prosessista palaute, jonka perusteella voidaan päättää seuraavasta prosessin ohjaustoimenpiteestä.



Kuva 1. Suljetun säätöpiirin malli (Dorf ym. 2001, 3).

Nykyaikaiset ohjattavat prosessit voivat olla hyvinkin monimutkaisia ja toisaalta varsin yksinkertaisia. Monimutkaisten prosessien ohjaamisessa käytetään monimuuttujasäätöä, jossa joudutaan ottamaan huomioon useamman muuttujan keskinäiset vaikutukset toisiinsa ja prosessiin.



Kuva 2. Monimuuttujasäädön periaate (Dorf ym. 2001, 3).

(Dorf ym. 2001, 3).

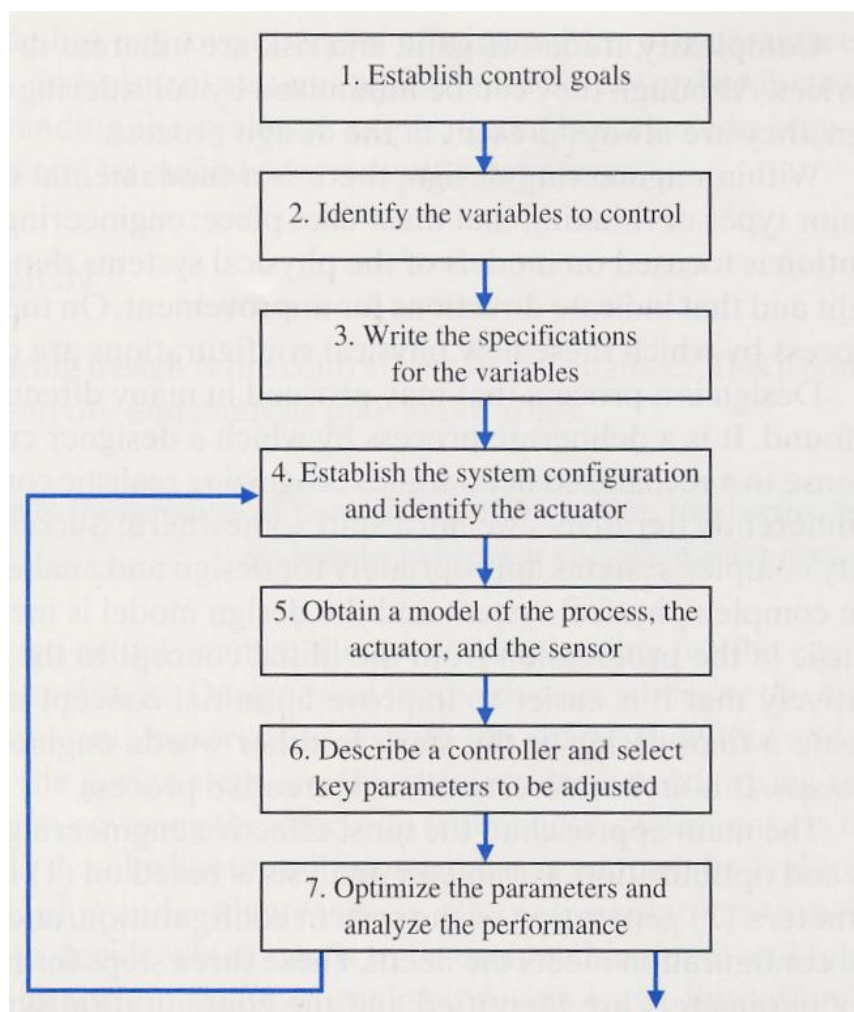
2.2.1 Sääto suunnittelu

Sääto suunnittelun tavoitteena on saada selville kohteena olevan prosessin konfiguraatio, tekniset määrittelyt ja tunnistaa merkittävimmät prosessiin vaikuttavat parametrit.

Suunnittelun lopputuloksena on järjestely, joka vastaa sille asetettuihin tavoitteisiin niin, että prosessi toimii halutulla tavalla.

Säätösuunnittelu etenee vaihe vaiheelta. Ensimmäinen vaihe on tavoitteen asetanta eli päätetään, miten prosessin säätöjen halutaan toimivan. Sitä seuraavat säädettävien suureiden valinta, määrittelyjen laadinta ja laitteiden valinta. Tämän jälkeen toteutetaan järjestely, jonka oletetaan täyttävän vaatimukset, mallinnetaan prosessi ja ohjauslaitteet, valitaan tärkeimmät säätöparametrit, optimoidaan ne ja analysoidaan järjestelyn toiminta. Aina ei onnistuta kerralla vaan joudutaan suorittamaan tiettyjä toimenpiteitä uudelleen, kunnes saavutetaan haluttu lopputulos. Suunnittelun kulku on esitetty kuvassa 3.

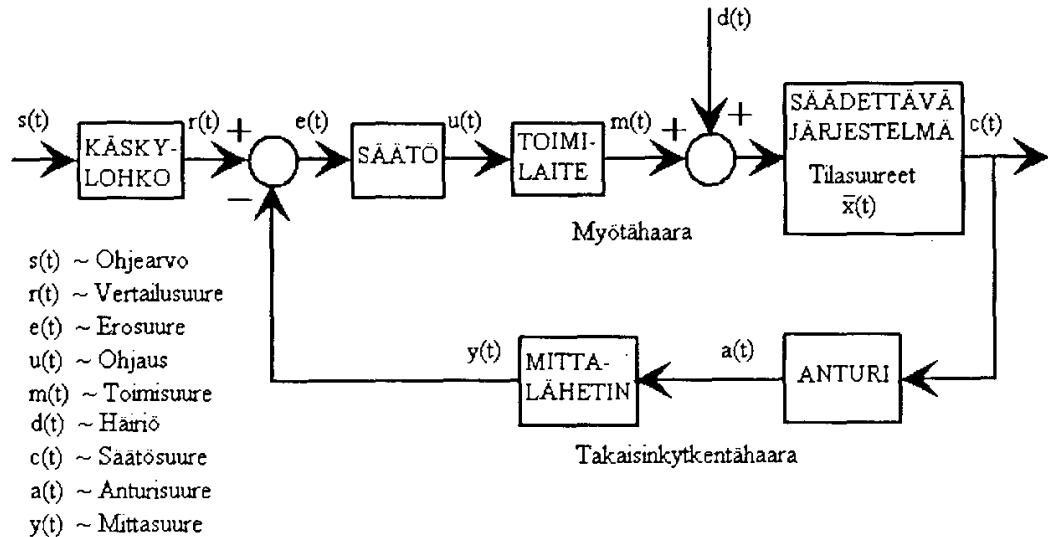
(Dorf ym. 2001, 19).



Kuva 3. Säätösuunnittelun kulku (Dorf ym. 2001, 20).

2.2.2 Säätopiiri

Säätopiirin periaatekuvassa (kuva 4) näytetään sen osat ja siinä liikkuvat tiedot.



Kuva 4. Säätopiiri (Savolainen ym. 2007, 13).

Säädettävä järjestelmä on säädön tärkein osa. Sen toimintaa ohjataan haluttuun suuntaan. Anturilla saadaan tietoa säädettävän järjestelmän lähtösuureen l. oloarvon $c(t)$ tilasta. Anturisuure $a(t)$ muutetaan lähettimellä mittasuureeksi $y(t)$, joka on yleensä standardiviesti. Anturi ja mittauslähetin muodostavat takaisinkytkentähaaran. Ohje-arvo tai asetusarvo $s(t)$ on arvo, joka halutaan säätösuureen arvoksi. Vertailemalla mittasuuretta $y(t)$ ja vertailusuuretta $r(t)$ muodostetaan erosuure $e(t)$ eroelimestä. Sää-tölohkossa muodostetaan ennalta määrättyjen sääntöjen pohjalta ohjaussuure $u(t)$, joka viedään toimilaitteelle. Toimilaitteen toimisuure $m(t)$ ohjaa säädettävää järjestelmää. Toimisuureeseen saattaa tulla mukaan häiriösuure $d(t)$. Säädettävässä järjestelmässä tapahtuu muutoksia joko häiriöiden aiheuttamana tai silloin, kun halutaan muuttaa säätösuuretta. Säättämällä pyritään saamaan prosessi stabiiliin tilaan muutoksen jäl-keen. (Savolainen ym. 2007, 13 - 14.)

2.2.3 Säätoimenetelmiä

Säätoimenetelmistä yksinkertaisin on kaksipistesäätö. Säätösuure halutaan pitää ennalta sovittujen rajojen sisällä. Mittausarvo vaihtelee näitten rajojen sisällä. Kun lähestytään jompaakumpaa rajaa, tehdään ohjaustoiminta. Toimilaite tekee sahaavaa muutosta ohjaussuureeseen. Mittaus muuttuu myös sahaavasti.

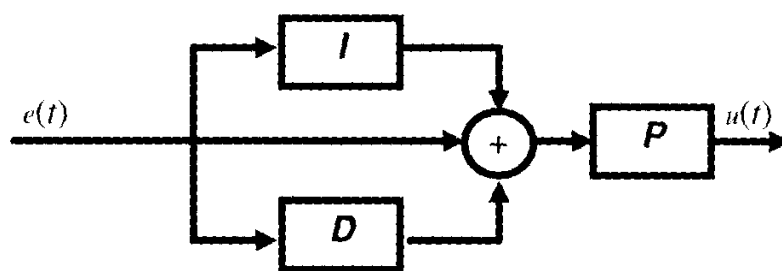
Proportionaali 1. P-säätö on säätömenetelmä, jossa muutetaan ohjausviestiä verrannollisesti erosuureeseen nähden. Kerroin K_p on P-säädön parametri, jota nimitetään vahvistukseksi. P-säädöllä toteutetussa säädössä ei saavuteta asetusarvoa vaan säätösuureeseen jää yleensä pysyvä poikkeama, paitsi integroivissa järjestelmissä

PI-säädöllä pystytään poistamaan pysyvä säätöpoikkeama, koska I-termi, erosuureen aikaintegraalista riippuvaisena, ei mene nollassi. Kahdella parametrilla toteutetun säätöpiirin virittäminen on hankalampaa kuin pelkän P-säädön. I-termi on säädön integrointiaika T_i .

PID-säätöä käytetään, kun tarvitaan voimakasta ja välitöntä reagointia säätöpoikkeamaan. Jotkut prosessit toimivat niin, että mittaus, joka kertoo säädön toiminnasta, toimii hitaasti. Tällöin saattaa käydä niin, että kun mittauksessa havaitaan muutos, on todellisuudessa muutos jo paljon suurempi. D-termillä pyritään ennakoimaan muutoksia seuraamalla erosuureen muutosnopeutta. D-termiä kutsutaan säätimen derivointiajaksi T_d .

(Savolainen ym. 2007, 27 - 38.)

Kuvassa 5 esitetään, miten ideaalisessa säätimessä eri termien vaikutus ohjaussuureeseen muodostuu.



Kuva 5. Ideaalinen PID -säädin (Harju ym. 2000, 59).

2.2.4 Säätöpiirin viritys

Jotta prosessi saadaan stabiiliksi, on sitä ohjaava säätöpiiri viritettävä mahdollisimman hyvin. Osa prosessin huonosta toiminnasta voi johtua prosessista itsestään, olosuhteista ja prosessilaitteista. Myös väärin viritetty säätö vaikuttaa prosessin käyttäytymiseen. Säätöpiirin oikealla virityksellä voidaan vähentää tai poistaa kokonaan yllämai-

nittuja häiriöitä. Virityksessä on otettava huomioon myös säätöpiirien vaikutus toisiinsa.

2.2.5 Viritysparametrit

Säätöpiirin viritysparametreja ovat vahvistus, integrointiaika ja derivointiaika. Viritys tehdään siten, että näiden kolmen parametrin suhde on kohdallaan. Näin säätöpiirissä voidaan painottaa kunkin parametrin vaikutusta säätöön halutulla tavalla. Aina ei kuitenkaan käytetä kaikkia parametreja, vaan valitaan säädön kannalta parhaat.

Vahvistuskerroin K_p on suhdekerroin ohjauksen ja erosuureen välillä. Mitä suurempi vahvistus on, sitä nopeammin säätöpiiri muuttaa ohjausta. Vahvistus voi olla myös negatiivinen eli silloin se hidastaa muutosnopeutta. P-säädin tunnistaa erosuureen etumerkin ja suuruuden.

Integrointiaika T_i käyttää ohjaukseen historiatietoja, erosuureen vanhoja arvoja. Integrointia käytetään poistamaan jatkuvuustilan virhettä. Vaikka erosuureessa tapahtuisikin vain pieni muutos, integrointiosa kasvattaa säätimen lähtöä. Integrointiajan pituus vaikuttaa säädön toimintaan. Mitä pienempi T_i on, sitä nopeammin ohjaussuure kasvaa. Jos integrointiaika kasvaa todella suureksi, sen merkitys säädössä häviää käytännössä kokonaan. PI-säätö tunnistaa erosuureen suuruuden ja etumerkin lisäksi sen kestoaian eli ajan, jonka erosuureen arvo ei ole nolla.

Derivointiaika T_d on kolmas viritysparametri. Derivointiaika muodostaa ohjauksen säädettävän suureen muutosnopeuden perusteella eli toimii ennustavana tekijänä säädössä. Kun tiedetään muutoksen nopeus, voidaan päätellä, miten prosessi tulevaisuudessa käyttäytyy. Koska prosessissa tapahtuvat muutokset havaitaan pienellä viiveellä, voidaan asiaa kompensoida derivoinnilla. Derivoinnin vaikutus kasvaa, kun derivointiaika pitenee. Derivoinnin käyttöä erityisesti prosessiteollisuudessa rajoittaa se, että se vahvistaa mittauskohinaa. Kohinan poistamiseksi voidaan käyttää kohinan suodattusta. Myös viiveellisessä prosessissa derivoinnin käyttö on tarkkaan harkittava.

Viritysparametrit vaikuttavat yhdessä säätimen lähtöön. Niiden vaikutukset on siis tunnettava. Taulukossa 1 on esitetty kunkin parametrin vaikutus.

Taulukko 1. Viritysparametrien vaikutukset

	P	I	D	Suodatus
Tavoite	yrittää poistaa virhettä	poistaa pysyvä virhe	nopeuttaa vastetta	poistaa kohinaa
Haitta	pysyvä virhe	ylitys, hidas vaste	herkkyys kohinalle	lisää viivettä

(Harju ym. 2000, 50 – 52.)

3 TUNEUP-OHJELMISTO

3.1 Yleistä

TuneUp-ohjelmisto on säätöpiirien analysointiin ja viritukseen tarkoitettu työkaluohjelmisto. Se on suomalaisen Control CAD Oy:n (nykyisin Metso Control Cad Oy) tuote. Kappaleessa 3 esitettävät asiat perustuvat ohjelmiston käyttäjän oppaisiin (TuneUp User's Guide 1998a ja TuneUp User's Guide 1998b).

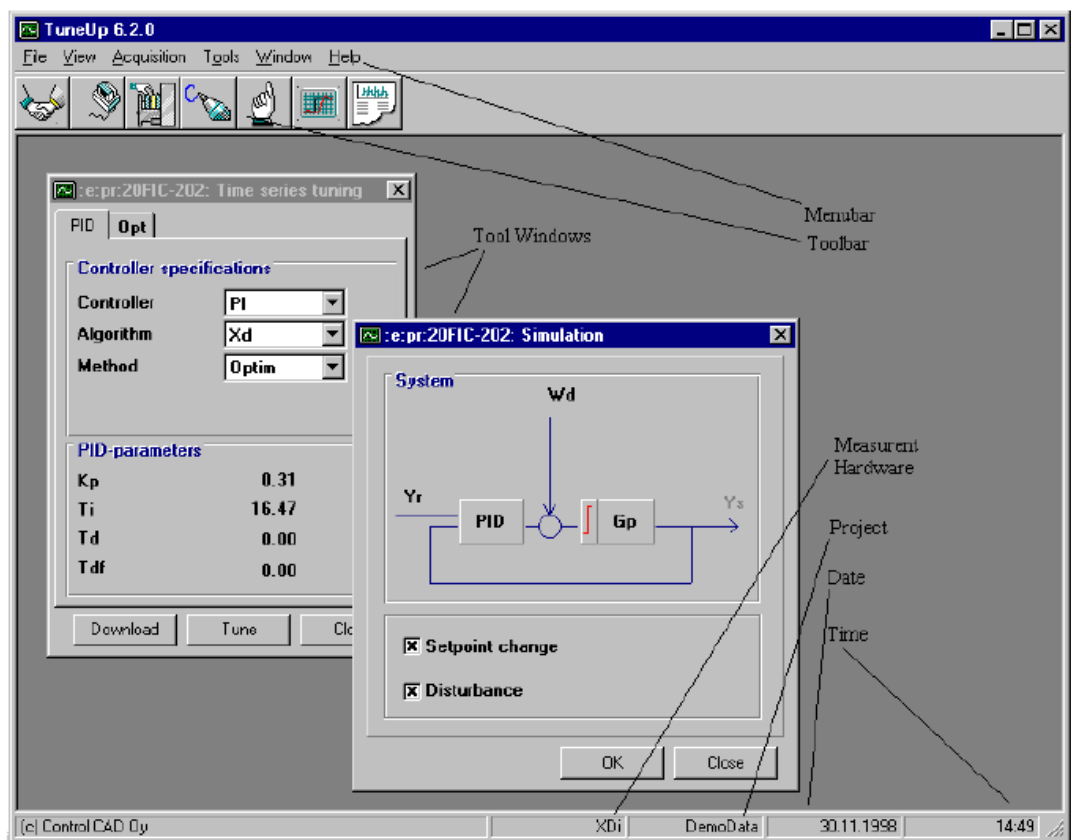
TuneUp -ohjelmistoa käytetään erilaisten yleisten säätötekniisten ongelmien ratkaisuun. Monipuoliset suorat liittynät useisiin prosessiautomaatiojärjestelmiin ja ohjelmoitaviin logiikoihin mahdollistavat nopeat proseduurit säätöpiirin virityksessä ja analysoinnissa. Ohjelmisto koostuu useista viritys- ja analysointirutiineista. Ohjelmiston graafinen käyttöliittymä soveltuu parhaiten prosessiautomaatiojärjestelmissä käytettäväksi.

Ohjelmisto on saatavilla standardiversiona (Standard version), joka riittää säätöpiirien perusanalysointiin ja -viritukseen. Mikäli halutaan tutkia säätöpiirejä tarkemmin, on valittavissa monipuolisempi, käyttäjältä laajempaa osaamista vaativa ammattilaisversio (Professional version). Jälkimmäisessä käytetään hyväksi MatLab-ohjelmistoa ja siinä on enemmän ominaisuuksia kuin perusversiossa.








Ohjelmiston asentaminen eri prosessinohjausjärjestelmiä varten on esitetty kattavasti käyttäjän oppaassa. Koska ohjelmisto on jo valmiiksi asennettu automaatiolaboratorion MetsoDna-järjestelmään, ei asennusta ole syytä käydä läpi tässä työssä. Automaatiolaboratoriossa on käytössä TuneUp v.6.3.1.

3.2 Ohjelmiston käyttö

Kuvassa 6 on TuneUp-ohjelmiston käyttöliittymänäkymä. Toimintoja voidaan hakea sekä menuvalikosta että työkalurivin napeilla. Menuvalikon toiminnot ovat kattavammat kuin työkalurivin.



Kuva 6. TuneUp-ohjelmiston käyttöliittymä (TuneUp User's Guide 1998a)

Push Button	Name	Quick Start
	Select Project	At first you should define your project. This is also the location (directory) where TuneUp saves measured data.
	Measurement	Start measurements using the hardware defined in the Initialization panel.
	Load Data	Load the selected project data into the workspace.
	Plot	Plot the loaded signals. Edit measurement data if necessary.
	PID-Controller Tuning	Tune PID controller parameters. Download parameters into the system.
	Control Loop Simulation	Simulate the behavior of the closed loop system.
	Print Tuning Report	Display HTML-type tuning report.

Kuva 7. TuneUpin painonapit (TuneUp User's Guide 1998a)

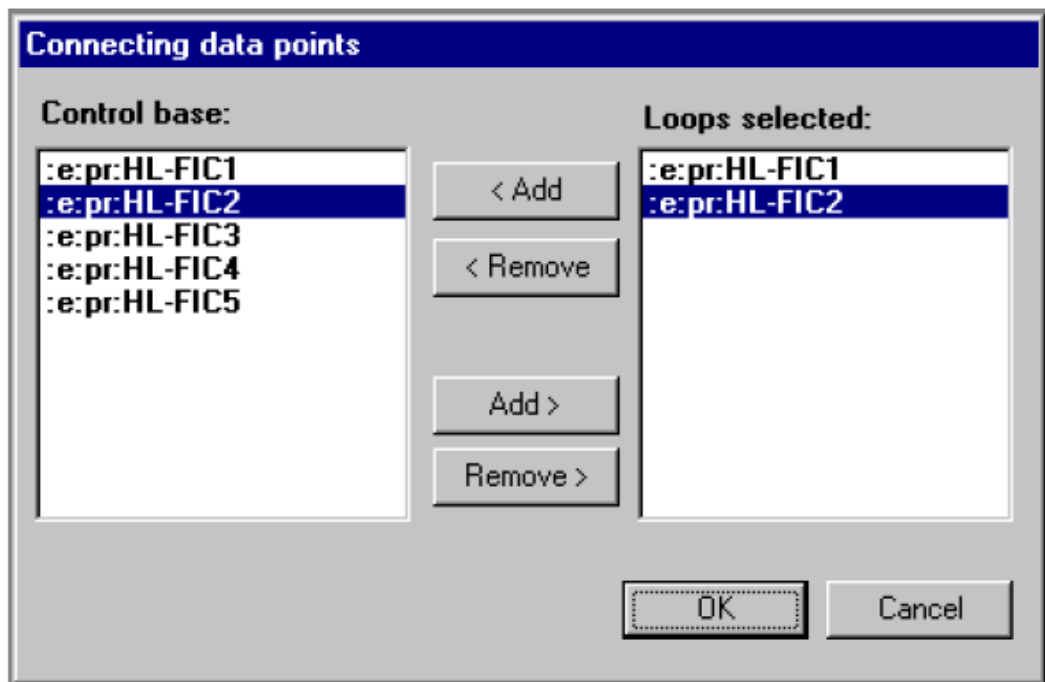
Symbol	Meaning
me	measurement signal, process output
con	control signal, process input
spa	set-point signal (closed-loop)
bias	bias signal, this signal is added to the actual control signal
mansp	manual set-point signal (open loop)
ma	controller mode (manual / automatic)
cmode	absolute / incremental mode
memi	measurement lower limit
mema	measurement upper limit
comi	control signal lower limit
coma	control signal upper limit
Yr	simulated reference signal
Ys	simulated process variable
Us	simulated control signal
Wd	simulated load disturbance signal
dt	sampling time
Kp	controller's gain
Ti	controller's integration time
Td	controller's derivation time
Tdf / N	controller's derivation filtering
KpPrev	previous controller's gain
TiPrev	previous controller's integration time
TdPrev	previous controller's derivation time
TdfPrev	previous controller's derivation filtering

Kuva 8. TuneUp-ohjelmistossa käytettävät parametrit (TuneUp User's Guide 1998a)

Ohjelmiston peruskäsite on projekti. Ohjelman käyttäminen aloitetaan joko luomalla uusi projekti tai käyttämällä jo olemassa olevaa.

TuneUp-ohjelmistossa kerättävät prosessitiedot talletetaan erityiseen prosessitietokantaan, jota kutsutaan projektiksi. Tietokannassa on talletettuna positiokohtaisesti prosessikokeita ja viritysparametreja. Tietokanta on tarpeen, jotta voidaan hallita tehokkaasti suurta määrää tietoa. Kun halutaan kerätä tietoa uudesta prosessialueesta, on sitä varten luotava uusi projekti. Jo olemassa olevia tietoja voidaan käyttää avaamalla niitä koskeva projekti.

Prosessitietojen keruuta varten on määritettävä säätöpiirit, joita halutaan analysoida. Kuvassa 9 on näytetty valintaikkunan. Kun piirit on valittu, ohjelmiston proseduurin avulla määritellään muut tarvittavat tiedot. Tämän jälkeen käynnistetään virityskoe. Valitun mittausjakson kuluttua tieto tallentuu tietokantaan.



Kuva 9 Säätöpiirien valinta (TuneUp User's Guide 1998a)

Ennen kuin tietojen analysointi ja säätöpiirin viritys voidaan aloittaa, on tieto ladattava työtilaan käsittelyä varten. Kun tiedot ovat työtilassa, ne on suositeltavaa tulostaa näytölle tarkempaa tarkastelua varten. Tietoja voidaan työtilassa muokata tarvittaessa.

Tietojen tarkastelun ja mahdollisen muokkaamisen jälkeen aloitetaan varsinainen säätöpiirin PID -viritys. Ohjelma laskee säätöparametreille uudet arvot. Jos lasketut arvot

täyttävät toimivalle säädölle asetetut vaatimukset, ne voidaan ladata automaatiojärjestelmään.

Kun halutaan varmistua säätöpiirin oikeasta toiminnasta, ennen järjestelmään lataamista voidaan suorittaa piirin simulointi. Simuloinnissa nähdään, kuinka säätöpiiri toimii suljettuna ja miten se reagoi asetusarvon muutoksiin ja erilaisiin häiriöihin.

3.3 Prosessikokeet

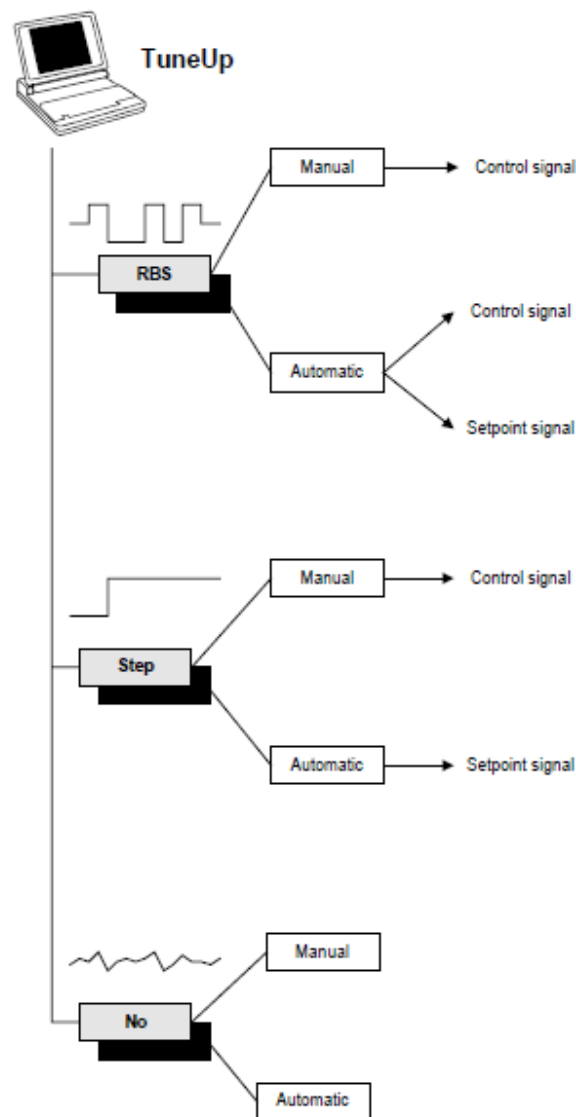
Prosessikokeita käytetään kerätessä säätöpiirin virityksessä tarvittavia prosessitietoja. Prosessikokeet jaotellaan kolmeen luokkaan signaalin tyypin perusteella. Testisignaali on satunnaispulsseja ja askelmuutos. Prosessitietoa voidaan kerätä myös ilman ulkoisen signaalin aiheuttamaa häiriötä.

Satunnaispulsseja käytettäessä voi piiri olla joko automaatti- tai käsi-ajolla. Käsi-ajolla testisignaali lisätään ohjaussignaaliin. Automaatti-ajolla säädin voi käsitellä asetusarvomutoksia tai erilaisia häiriöitä, mikä tekee prosessikokeesta joustavamman. Automaatti-ajon käytössä on kuitenkin rajoitteita. Testisignaalia varten tarvitaan tietty piste, bias-signaali. Jos tätä ei ole käytettävissä, joudutaan käyttämään asetusarvosignaalia, mikä tekee kokeesta epätarkemman, koska säätimen parametrit aiheuttavat testisignaalin amplitudin vaihtelua.

Prosessin aikavakio tulee valita siten, että satunnaispulsseja saadaan skaalattua sopivaksi ja prosessikokeen aikana saadaan kerättyä riittävä määrä tietoa. Jos aika on liian lyhyt, ohjelman laskemat viritysparametrit perustuvat liian pieneen otokseen ja ovat näin epluotettavia.

Askelvaste koke voidaan myös suorittaa automaatti- tai käsi-ajolla. Käsi-ajolla askelsignaali lisätään ohjausviestiin. Näin toimien voidaan mallintaa prosessia. Pelkkää säätöpiirin analysointia varten askelvaste lisätään automaatti-ajolla asetusarvoviestiin. Tätä tapaa käytettäessä ei säädintä voi virittää saatujen tulosten perusteella.

Pelkän prosessitiedon keruun avulla saadaan prosessista tietoa, jolla voidaan tutkia prosessin ja säätöpiirien toimintaa todellisessa ajotilanteessa, ilman kokeellisesti aiheutettujen häiriöiden vaikutusta.



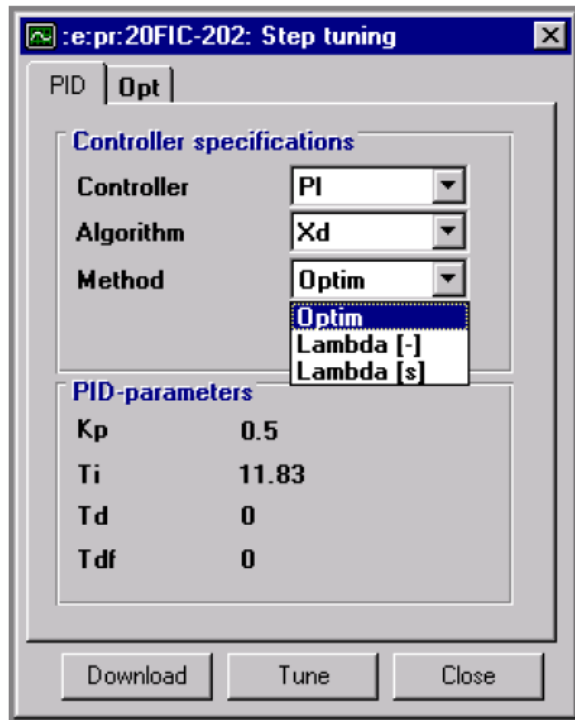
Kuva 10. Prosessikokeet (TuneUp User's Guide 1998a)

3.4 PID -säätimen viritys

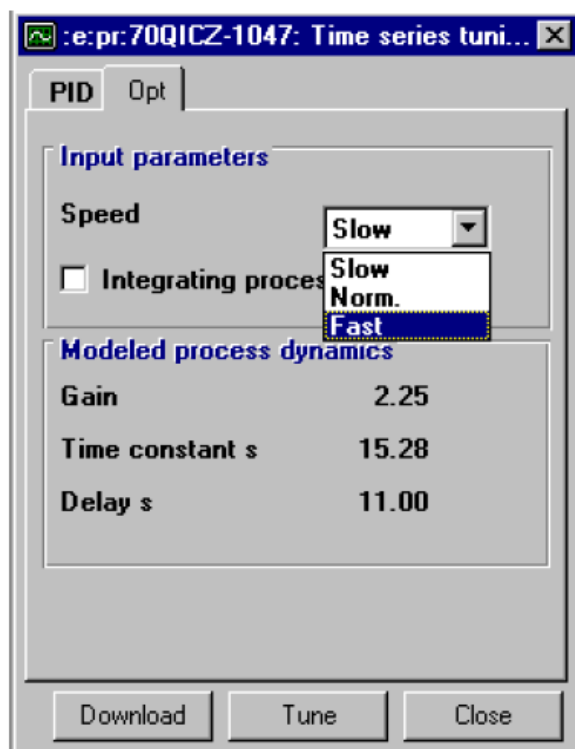
Säätimen viritys tehdään normaalisti joko askelvasteella tai satunnaispulssilla suoritettujen prosessikokeen tuloksia käyttämällä. Myös pelkkää, ilman prosessikoetta kerättyä mittaustietoa voidaan käyttää. Tällöin on määriteltävä erikseen Opt-välilehdellä, mihin prosessikokeeseen virituksen halutaan perustuvan.

Kuvassa 11 näytetään säädintyyppin, säätöalgoritmin ja säätömenetelmän valinta. Kuvassa 12 on valintaikkuna, jossa täsmennetään säätöön liittyviä valintoja ja niiden vaatimia lisätietoja. Valinnan vaihtoehdot muuttuvat sen mukaan, mitä perusvalintoja on tehty. Valinnat tehdään ennen varsinaista viritystä. Onnistuneen virituksen saavuttamiseksi hyvin oleellinen tieto on se, onko prosessi integroiva vai ei. Kun kaikki tar-

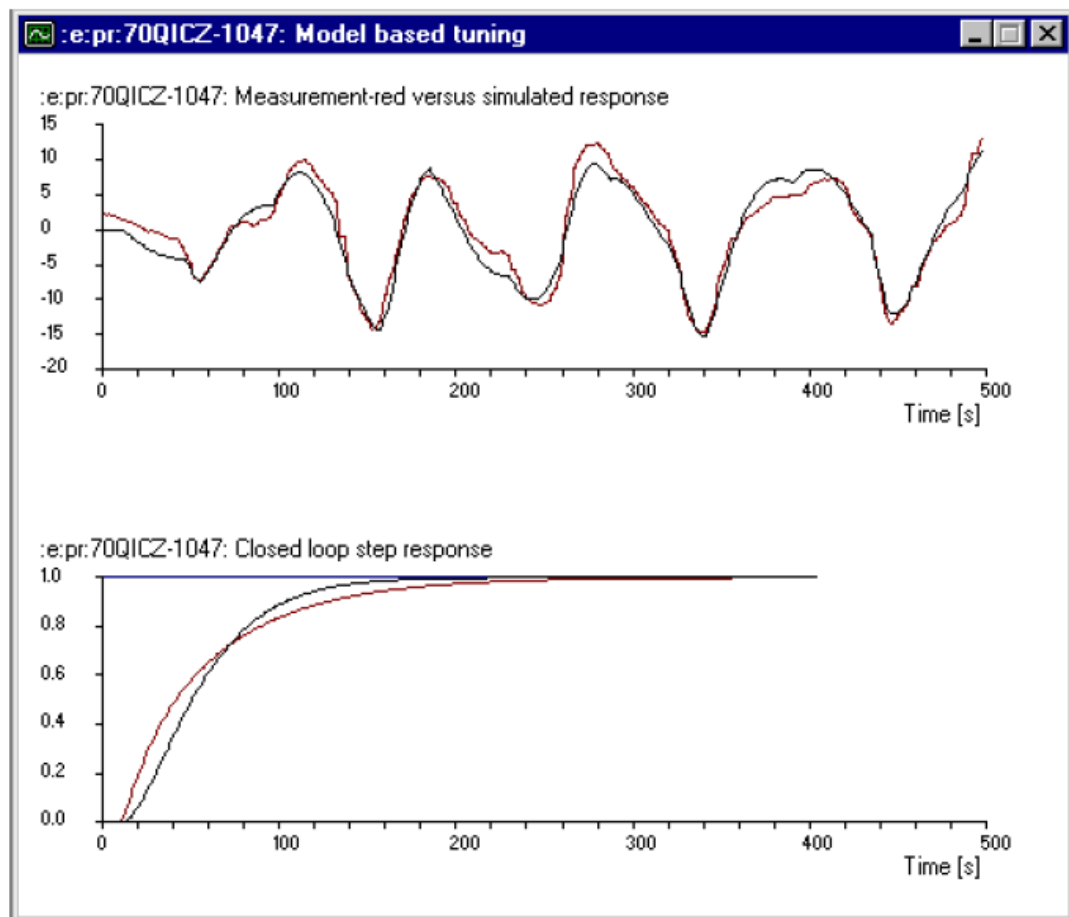
peelliset tiedot on annettu, käynnistetään varsinainen viritysparemetrien laskenta. Laskennan tuloksena saadaan käyrä, josta esimerkki on kuvassa 13. Virityksen tuloksista muodostetaan myös raportti. Raportit talletetaan ohjelman määrittämään hakemistoon, josta ne saa katseltavaksi tarvittaessa.



Kuva 11. PID-säätimen viritys (TuneUp User's Guide 1998a)



Kuva 12. PID-säätimen viritys, optiot (TuneUp User's Guide 1998a)

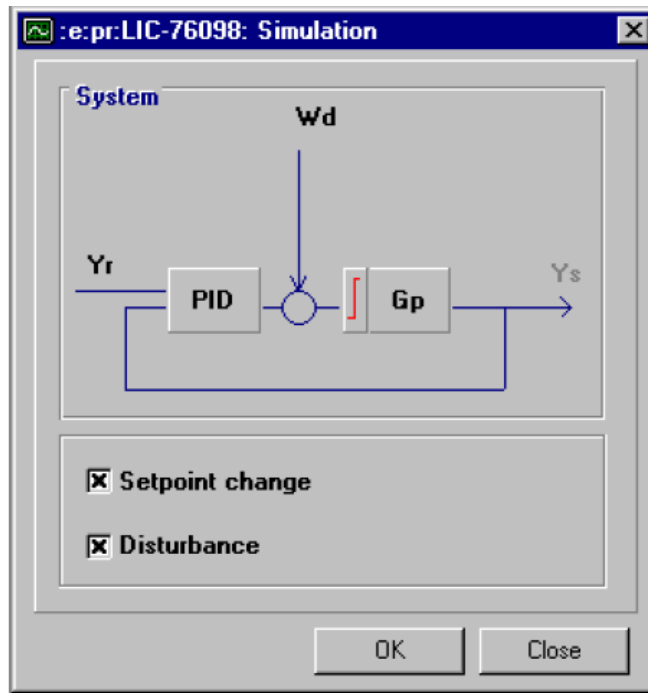


Kuva 13. Malliin perustuvan virityksen tulos (TuneUp User's Guide 1998a)

Säätimen virityksparametrit täytyy ladata järjestelmään ennen kuin ne tulevat aktiivisesti käyttöön. TuneUp-ikkunassa näytetään sekä käytössä olevat että ohjelman laskemat parametrit. Mikäli on tarpeen, käyttäjä voi itse muuttaa arvoja ennen niiden käyttöön ottamista. Kun parametrien lataaminen on tehty, pitää vielä varmistaa, että parametrit siirtyivät oikein järjestelmään.

Varsinaisen virittämisen lisäksi TuneUp-ohjelmistoa voidaan käyttää prosessitietojen ja säätöpiirien toiminnan analysointiin. Prosessitietoa voidaan tarkastella lähemmin valittujen signaalien osalta. Näin saadaan tarkempaa tietoa prosessista halutulta ajalta.

Säätöpiirin toimintaa voidaan myös simuloida. Simulointia varten annetaan tarvittavat tiedot ja määrittelyt. Simuloinnin avulla voidaan testata säätöpiirejä eri parametreilla ja erilaisilla konfiguraatioilla ilman, että niitä tarvitsee ottaa käyttöön. Analysointi ja simulointi ovat hyviä suunnittelun apuvälineitä. Kuvassa 14 on esimerkki simuloinnissa käytettävästä mallista.



Kuva 14. Esimerkki simulointimallista (TuneUp User's Guide 1998a)

3.5 TuneUp Professional -version lisäominaisuudet

Professional-versiossa ovat mukana kaikki Standard -version toiminnot. Alla on esitelty lyhyesti lisäominaisuudet. Monet lisäominaisuudet perustuvat MATLAB-ohjelmiston käyttöön. TuneUp Professionalissa on käytössä osa MATLABin signaalinkäsittelyyn, kalibrointiin, PID -säätöön ja myötäkytkentään, taajuustasoanalyysiin, mallien käsittelyyn ja simulointiin liittyvistä komennoista ja joitain SIMULINKin malleja ja demoja.

Säätösystemin analysointi ja suunnittelu ovat kohteita, joissa Professional -versio on huomattavasti laajempi ja monipuolisempi kuin Standard -versio. Professional -version käyttäjältä edellytetään hyvää säätötekniikan ja prosessidynamiikan hallintaa.

Prosessitiedon tarkastelussa ja käsittelyssä toiminnot ovat monipuolisemmat kuin Standard-versiossa. Signaaleista voidaan suodattaa pois häiriöitä eri menetelmillä. Käsiteltyjä signaaleja käytetään sekä virityksessä että mallinnuksessa.

Prosessin mallinnus tehdään joko automaattisena tai niin, että käyttäjä voi syöttää lähtötietoja ohjelmalle. Mallinnuksen tuloksena saadaan malli jatkuvalla ja diskreetillä prosessilla. Automaattimallinnuksella jatkuvan prosessin malli on arvio ARX-mallista, joka on laskennallinen, aikasarjamalliin perustuva yksinkertaistettu malli sää-

döstä. Käyttäjän antamalla tiedoilla laskettu malli on tarkempi olettaen, että annetut tiedot ovat oikeita. Säättöpiirin linearisointia käyttämällä voidaan varmistaa piirille tulevan mittausviestin lineaarisuus, mikä parantaa säädön toimintaa.

Säätöongelmien selvittämiseen joudutaan etsimään virhelähteitä prosessista. Prosessisignaaleja analysoidaan TuneUp Professional -ohjelmassa tavanomaisilla signaalin analysointityökaluilla tai tilastollisin menetelmin.

Taajuusalueanalyysi kuvaa systeemin toimintaa taajuustasossa. Analyysissä hyödynnetään Boden, Nyqvistin ja Nicholsin diagrammeja.

Myötäkytkentäkompensoinnin suunnittelua varten on oma ohjelmansa. Säättöpiirin simulointitoiminnossa on mukana mahdollisuus käyttää kompensattoria.

Robustisuuden eli käyttövarmuuden arvioinnissa tarkastellaan tilanteita, joissa määriteltä prosessimalli poikkeaa todellisesta prosessista.

((TuneUp User's Guide 1998b, 10–69))

4 LAITETEKNIKKAA

4.1 Kenttäväylätekniikka

Nykyaikaisissa tuotantolaitoksissa on tarpeen saada liitettyä eri ohjausjärjestelmiä toisiinsa. Liityntöjen kautta siirretään tietoja järjestelmästä toiseen. Tiedon siirto voi tapahtua joko yhteen tai kahteen suuntaan sen mukaan, miten tiedonsiirtolinkin toiminta on määriteltä. Tietoa ei voida siirtää ilman yksityiskohtaista määrittelyä.

Tiedonsiirrossa käytetään usein hyväksi kenttäväylätekniikkaan perustuvia ratkaisuja. Yhtenä vielä ratkaisemattomana ongelmana voidaan pitää sitä, ettei kenttäväyläratkaisuja ole onnistuttu standardisoimaan niin, että ne olisivat täysin yhteensopivia keskenään. Kenttäväyliä on erityyppisiä. Erään luokittelun mukaan väylätyyppejä ovat anturi-, laite-, prosessi- ja muut väylät. Varsinaisina kenttäväyliä voidaan pitää Profibusia (Process Fieldbus) ja Foundation Fieldbusia (Mäkelä 2009.)

Koska opinnäytetyö tehtiin käyttämällä Profibus-kenttäväylää, esitellään sitä tarkemmin.

4.2 Profibus-laitteet

Profibus-tekniikan peruskäsitteitä ovat master- ja slave-laitteet. Master-laitteet määrittelevät väylän tietoliikenteen. Ne voivat lähettää sanomia väylälle ilman ulkoisia pyyntöjä. Tiedot slave-laitteille ja -laitteilta kulkevat master-laitteen kautta.

Slave-laitteet ovat päätelaitteita. Slave-laitteita ovat tyypillisesti input/output -laitteet, venttiilit, mittauslähettimet ja moottorikäytöt. Ne lähettävät sanomia väylälle vain pyydettyäessä. Slave-laitteita kutsutaan myös passiivisiksi laitteiksi.

(Omron 2005, 4.)

4.3 Protokollat

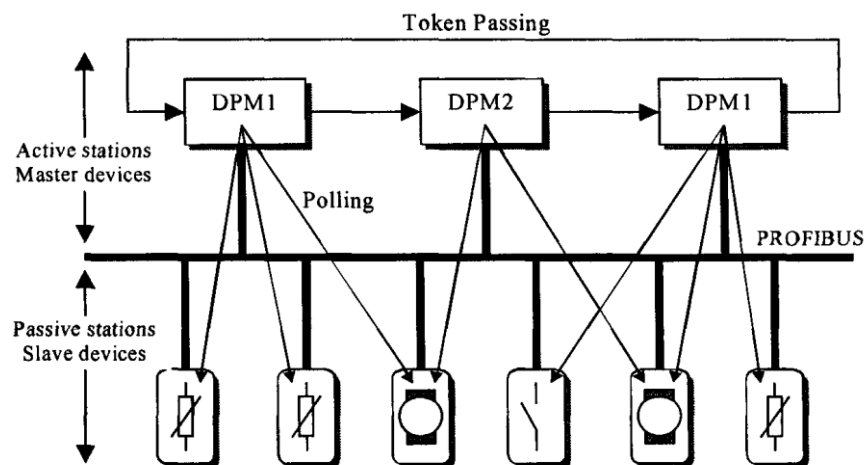
Profibusin kommunikointiprotokolla perustuu OSI-malliin (Open System Interconnection). OSI-mallin toiminta on standardisoitu. Malli koostuu seitsemästä kommunikointikerroksesta. Profibus käyttää näistä kahta ensimmäistä kerrosta.

Kerros 1 on OSI-mallin mukaan fyysinen kerros, joka määrittelee tiedonsiirron fyysiset ominaisuudet. Kerros 2, Data Link -kerros, määrittelee väylän pääsyprotokollan. Pääsyprotokolla sisältää myös tietoturvan sekä tiedonsiirto-protokollien ja sanomien käsittelyn.

Profibus DP käyttää kahta ensimmäistä kerrosta ja käyttöliittymäkerrosta (User Interface Layer). Muita kerroksia ei ole määritelty ProfibusDP-väyläliittymälle. Käyttöliittymäkerros määrittelee käyttöliittymätoiminnot määrätyille sovellusalueille eli ProfibusDP:n perustoiminnoille ja liikennöinti-profiileille. Virtaviivainen väyläarkkitehtuuri mahdollistaa nopean ja tehokkaan tiedonsiirron. Myös käyttäjälle tarkoitetut toimintasovellukset ja järjestelmän ja laitteiden käyttäytyminen määrätään käyttöliittymätasolla.

OSI-mallin kerros 2 ottaa käyttöön Profibusin pääsyprotokollan. MAC (Medium Access Control) määrittelee proseduurit sille, milloin laite saa luvan siirtää tietoa. Käytössä on kaksi eri proseduuria, valtuuden välitys ja kiertokysely.

Valtuuden välitystä (Token Passing) käytetään master-laitteiden välisessä tiedonsiirrossa, kiertokyselyä (Polling) taas master-laitteen ja sille alisteisten slave-laitteiden välillä tapahtuvassa tiedonsiirrossa. Kuvassa 15 on kaaviokuva Profibus-väylällä tapahtuvasta tiedonsiirrosta.



Kuva 15. Kaaviokuva väylän protokollien käytöstä (Omron 2005, 5)

Valtuuden välitys -proseduurissa master-laitteiden välillä kiertää valtuus, joka takaa jokaiselle master-laitteelle tarkasti määritellyn aikakehyksen, jonka aikana ko. laite voi käyttää väylää tiedonsiirtoon. Valtuus kiertää loogista valtuusverkkoa määrättyssä syklissä master-laitteelta toiselle.

Kun master-laitteella on valtuus hallussaan, voi se sinä aikana ottaa yhteyttä omiin slave-laitteisiinsa ja toiseen master-laitteeseen. Profibus master -laitteilla on mahdollisuus lähettää myös yleisiä broadcast-viestejä kaikille muille verkon laitteille tai multi-cast-viestejä ennalta määrätyille slave-laitteille.

(Omron 2005, 2-5.)

4.4 Profinet ja Profibus

Profibus on standardisoitu kenttäväyläteknologia. Se noudattaa monia kansainvälisiä standardeja, tärkeimpinä voidaan mainita liityntäprotokollia ja liityntöjä koskevat standardit. (Profibus std 2011.)

Profibus -kenttäväylää käytetään sekä tehdasautomaatio- että prosessiautomaatio-sovelluksissa. Monissa kohteissa on tehdasautomaatiolaitteita ja prosessinohjauslaitteita rinnakkain. Profibus -liityntää käyttämällä voidaan ne kaikki liittää ohjausjärjestelmiin, kun valitaan sopiva liitântätapa. (Profibus 2011.)

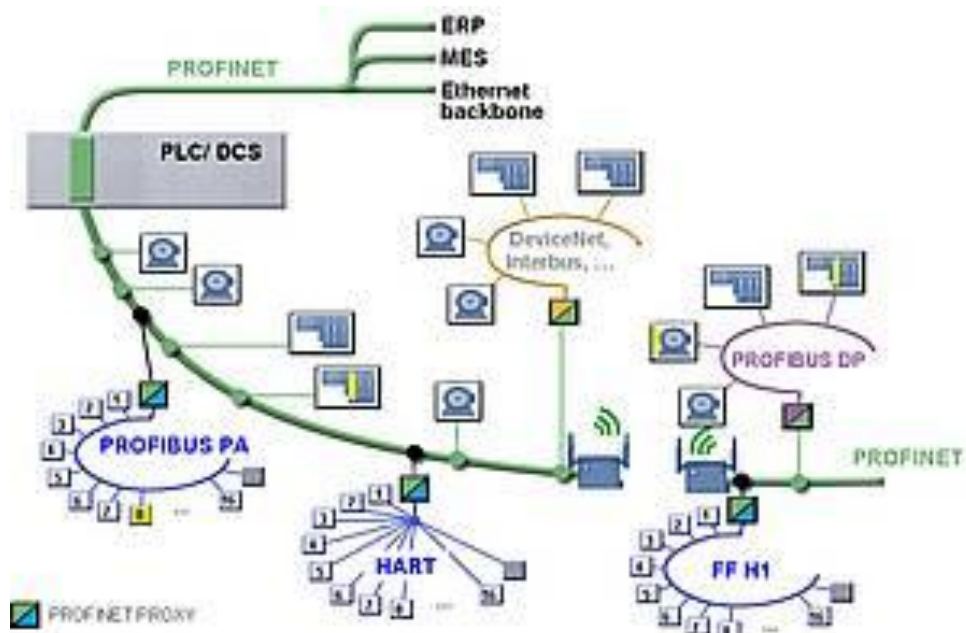
Profinet ja Profibus ovat yleisesti käytettyjä kenttäväyläratkaisuja. Näistä vanhempi ja laajalti käytössä oleva on vuonna 1989 käyttöön otettu Profibus-teknologia. Profinet on Profibusia uudempi, tehokkaampi, laajempi ja nykyaikaisempi, kehittyneeseen toimistoverkkojen Ethernet-tekniikkaan perustuva kenttäväyläteknologia. Profibusin ominaisuudet sisältyvät Profinetiin. (Profibus-teknologia 2011.)

Profinet Ethernet-tekniikkaan perustuvana mahdollistaa automaatiojärjestelmien liittämisen osaksi tehdaslaajuisia tuotannonohjausjärjestelmiä. Profinet tukee TCP/IP -liikennöintiprotokollaa (Profinet FA 2011). Verkon ylläpito- ja suunnittelutoiminnot perustuvat Internet-pohjaisiin työkaluihin, ja Internet-tekniikat ovat hyödynnettävissä.

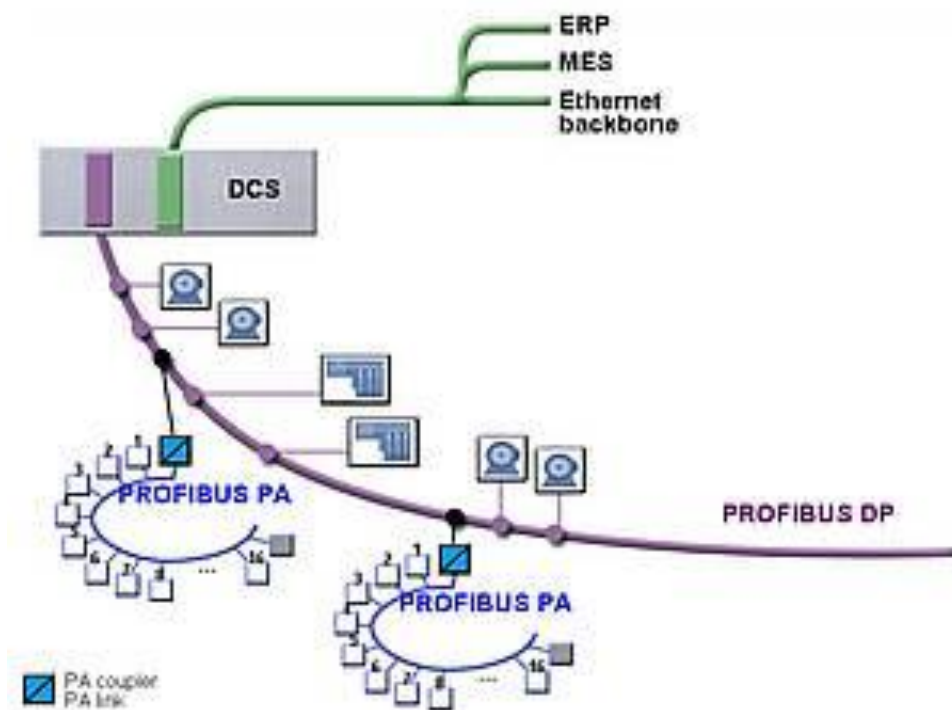
Ethernetin suurempi osoiteavaruus antaa mahdollisuuden laajentaa järjestelmiä helpommin. Suuren tietosisällön omaaville toiminnoille on verkossa saatavilla tiedonsiirtokapasiteettia tarpeen vaatiessa. Tällaisia toimintoja esiintyy etenkin tehdasautomaatio-sovelluksissa.

Automaatioverkkojen vaativat toimintaympäristöt on otettava huomioon Profinetin teknisissä ratkaisuissa, kaapeloinnissa ja laitevalinnoissa. Kuvassa 16 on esitetty Profinet-kenttäväylän mahdollisuuksia liittää järjestelmiä ja laitteita toimivaksi kokonaisuudeksi. Kuvassa 17 esitetään Profibus-liityntä periaatetasolla.

(Profinet 2011.)



Kuva 16. Profinet (Profinet 2011)



Kuva 17. Profibus (Profibus 2011)

ProfibusDP-liitäntä on tarkoitettu lähinnä tehdasautomaation tarpeisiin, ProfibusPA -liitäntä prosessiautomaatiokäyttöön (Profibus DP 2011). Niillä on keskenään identtinen liittymäprotokolla, joten niiden liittäminen on helppoa käyttämällä yksinkertaista linkityslaitetta (Profibus PA 2011).

Langatonta verkkoteknologiaa Profibus-ympäristöön kehitetään kustannussyistä perinteisen kuparikaapeloinnin lisäksi. Tehdasautomaatiosovellukset ProfibusDP-to-teutuksena suurempine siirrettävine tietomäärineen ja suurempine nopeusvaatimuksi-neen asettavat suuremmat vaatimukset langattoman verkon toiminnalle. Verkon jous-tavuus, tietoturvanäkökohdat ja kahdennus on otettava huomioon langattoman yhtey-den käytössä (Profibus wireless FA. 1.5.2011). Prosessiteollisuudessa langaton Profi-busPA -liityntä on vartenotettava vaihtoehto erityisesti silloin, kun ohjauslaitteet si-jaitsevat pitkien etäisyyksien päässä tai hankalissa prosessiolosuhteissa. (Profibus wi-reless PA 2011).

4.4.1 ProfibusDP ja ProfibusPA

ProfibusDP (Decentralized Periphery) on kehitetty erityisesti hajautettua IO:ta käyttä-viä automaatoratkaisuja varten. Yhteen ProfibusDP -kaapeliin voidaan kytkeä enin-tään 126 IO-laitetta, joista jokainen voi sisältää useita liityntäpisteitä. Näin se tarjoaa suuren liityntäkapasiteetin yksittäiselle ohjelmoitavalle logiikalle tai säätimelle. Profi-busDP toimii monenlaisissa tehdasautomaatiokohteissa. (Profibus DP 2011.)

ProfibusPA (Process Automation) on tarkoitettu prosessiteollisuuden tarpeisiin. Siinä on otettu huomioon prosessiteollisuuden ympäristöolosuhteet vaatimuksineen ja pro-ssiteollisuuden turvallisuusvaatimukset. ProfibusPA-verkkoon voi kytkeä 32 laitetta yhteen verkon osioon. Todellinen kytkettävien laitteiden määrä riippuu laitteiden ja sovelluksen ominaisuuksista. (Profibus PA 2011.)

4.5 Profibus-kenttälaitteet

Profibus-teknologiaa käyttäviä laitteita valmistavat useat eri laitevalmistajat. Eri teollisuudenalojen moninaisiin tarpeisiin on kehitetty erilaisia laite- ja järjestelmäratkaisuja. Voidakseen toimia tehokkaasti yhdessä eri laitteiden toiminta on määriteltävä niin, että ne saavat yhteyden toisiinsa ja ohjausjärjestelmään. Järjestelmälle kerrottavat tiedot määrittelee ja toimittaa laitevalmistaja. Tietojen esitystapa on vakioitu.

GSD -tiedosto on laitekohtainen tiedosto, jolla määritellään laitteen perustoiminnot ja -ominaisuudet, esimerkiksi liikennöintinopeudet ja diagnostiikan toiminta. Uudempia esitystapoja laitetiedoille ja liittynöille järjestelmään ovat mm. EDD- ja FDT-tiedostot. (Profibus devices 2011.)

Kenttäväylään liitettäville yksittäisille laitteille on kehitetty sertifiointijärjestelmä. Sillä pyritään takaamaan laitteiden toimivuus Profibus -ympäristössä. Pyrkimyksenä on harmonisoida myös laitevalmistajien laitteilleen tekemät laiteprofiilit niin, että niissä olisi sama toiminnallisuus toimittajasta riippumatta.

5 OHJAUSJÄRJESTELMÄT

5.1 Ohjelmoitava logiikkajärjestelmä

Ohjelmoitavat logiikkajärjestelmät ovat olleet käytössä yli neljäkymmentä vuotta. Niiden kehitys Boolean algebraa kytkintoiminnoilla toteuttavasta laitteistoista nykyaikaisiksi automaatiolaitteistoksi on ollut nopeaa. Nykyaikaiset ohjelmoitavat logiikat sisältävät monia eri toimintoja yksinkertaisen tosi - epätosi -logiikan lisäksi.

Väylätekniikan mukanaan tuoma mahdollisuus liittää useita logiikkajärjestelmiä isommiksi toiminnallisiksi kokonaisuuksiksi on lisännyt niiden käyttöä. Samoin laaja valikoima erikokoisia järjestelmiä tekee niistä kiinnostavan vaihtoehdon automaatiokohteisiin.

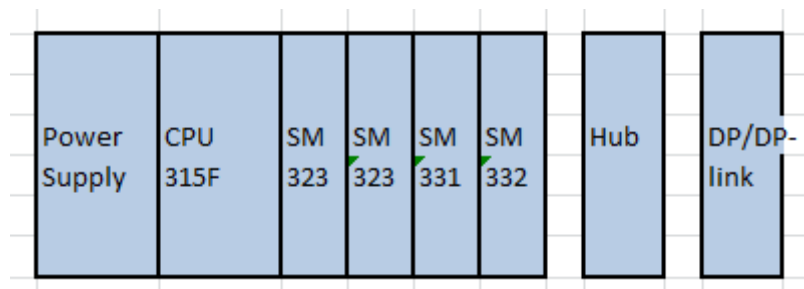
(Omron 2005.)

Yksinkertaistettuna ohjelmoitava logiikka käsittää keskusyksikön, johon on liitetty liittyttyksiköt sisään tuleville ja uloslähteville signaaleille. Signaalit liittyvät kentällä

oleviin laitteisiin. Keskusyksikössä pyörii ohjelma, joka käyttää sisään tulevien signaalien antamia tilatietoja laitteilta ja muodostaa niiden perusteella uloslähtevät signaalit laitteiden ohjaukseen. Ohjelmointia varten on olemassa useita vaihtoehtoja.

Siemens S7 300 -sarjan ohjelmoitava logiikka käsittää erilaisia logiikkaohjaimia, liityntälaitteita, toimintamoduuleita ja liikennöintimoduuleita. Niitä yhdistelemällä saa erilaisia laitteistoja erilaisiin automatisoitaviin kohteisiin.

Automaatiolaboratoriossa virtausprosessin kenttälaitteet - pintakytkimet, venttiilit, pumput, mittauslähettimet ja taajuusmuuttajat - on liitetty Siemens S7 300 -sarjan ohjelmoitavaan logiikkayksikköön IO-liitäntäyksiköillä. Virtausprosessia ohjaava laitteiston kokoonpano on kuvan 18 mukainen.



Kuva 18. Virtausprosessin Siemens-kokoonpano kaaviona

- jännitelähde PS 307
- ohjelmoitava logiikkayksikkö CPU 315F - 2PN/DP
- digitaalinen IO-moduli SM 323 DI16/DO16 x DC24V 2 kpl
- analoginen IO-moduli SM 331 AI 8x12 BIT
- analoginen IO-moduli SM 332 AO 8x12 BIT
- ethernet-kytkin 005-0BA00-1AA3

5.2 Automaatiojärjestelmä

MetsoDna-automaatiojärjestelmä on prosessinohjausjärjestelmä, jonka laajuutta voidaan muuttaa moduloidun rakenteen avulla.

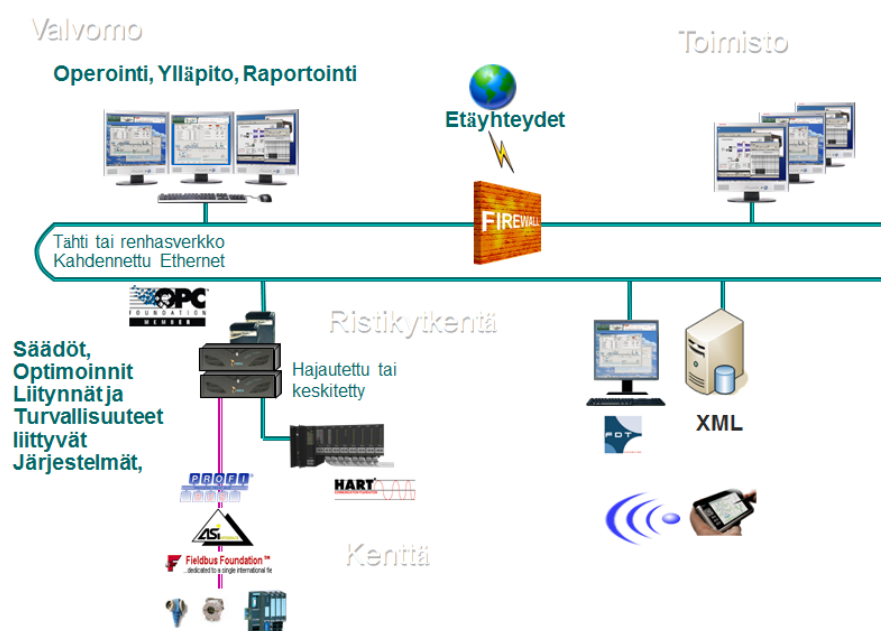
Järjestelmän arkkitehtuuri perustuu kahdennettuun ethernet-verkkoon, johon eri järjestelmän osat liittyvät erilaisilla liittynöillä. MetsoDna-järjestelmään kuuluu perinteisen prosessinohjausjärjestelmän lisäksi osia, joita käyttämällä järjestelmä alkaa lä-

hestyä tuotannonohjausjärjestelmää. Tiedonkeruujärjestelmä, joka kerää ja taltioi prosessitietoja pidemmiltä ajanjaksoilta, mahdollistaa monipuoliset raportointi- ja analysointitoiminnot. Kunnonvalvontalaitteiston liittäminen osaksi järjestelmää lisää kunnossapidon tehokkuutta, etenkin, jos kunnonvalvonnasta tulevat tiedot liitetään kunnossapitojärjestelmiin.

Prosessinohjauksessa kentällä olevat laitteet liittyvät eri asemille liityntäyksiköiden kautta. Asemilla hoidetaan niille määritetyt tehtävät ja varsinaiset ohjaustoiminnot.

Tehdasverkon avulla saadaan yhteydet operointi-, ylläpito- ja raportointiympäristöihin. Kunnonvalvontalaitteistot voidaan liittää järjestelmään. Etäyhteyksien kautta voidaan järjestelmän toimintaa seurata ja ohjata määritellyin valtuuksin. Kuvassa 19 on periaatekuva MetsoDna-järjestelmästä.

metsoDNA CR Arkkitehtuuri

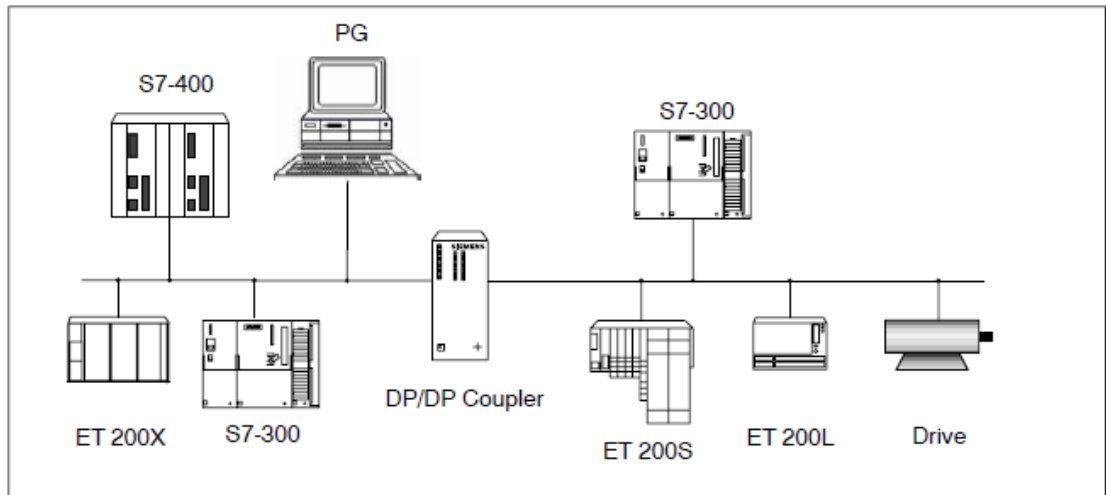


Kuva 19. MetsoDna-järjestelmän rakenneperiaate (Metso 2006)

Automaatiolaboratoriossa on MetsoDna-järjestelmä, jonka eri osia on päivitetty uudemmiiksi. Virtausprosessin ohjaamiseen käytetään prosessiasemaa AP02, tyypiltään C20, joka perustuu ACN-tekniikkaan.

5.3 DP/DP-linkki

Siemens Simatic DP/DP -linkillä voidaan liittää kaksi ProfibusDP-verkkoa toisiinsa, jotta voidaan siirtää tietoa näiden verkkojen master-yksiköiden välillä. Tietoa voidaan lukea ja kirjoittaa molempiin suuntiin.



Kuva 20. DP/DP -linkin liitântä (Siemens 2006, 1-1)

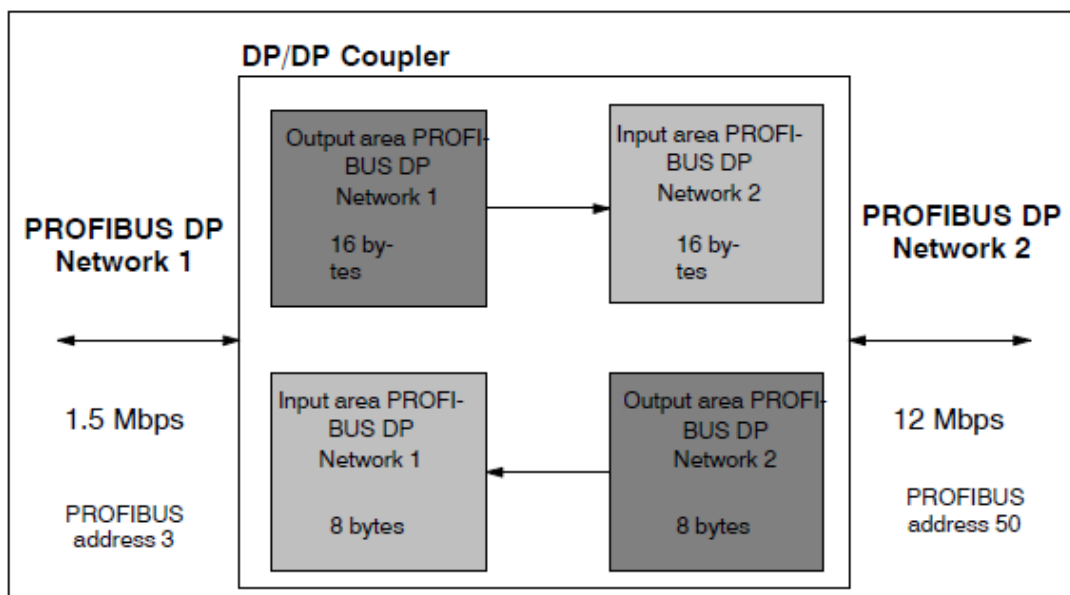
Kuvassa 20 on esimerkkiliitântä, jossa kaksi Siemensin Profibus-verkkoa on liitetty toisiinsa. Kummassakin verkossa on oma master-yksikkönsä. Verkot voivat toimia itsenäisesti toisistaan riippumatta.

DP/DP -linkki on konfiguroitava niin, että molemmat verkot tunnistavat sen. Konfigurointi voidaan tehdä joko Siemens S7 -sarjan keskusyksiköllä tai laite- eli GSD-tiedoston avulla. Konfiguraatiossa määritellään siirrettävän tiedon pituus ja osoitteet. Ensimmäisestä verkosta lähtevä tieto on toisen verkon sisään tuleva tieto ja päinvastoin. Molemmille verkoille on tehtävä omat konfigurointinsa. Kuva 21 sisältää esimerkin määrittelytiedoista.

(4) DP/DP Coupler, release 2					
Slot	DP ID	Order no./name	Input address	Output address	Comment
1	16DE	2 bytes input	0...1		
2	47	16 bytes output		0...15	
3	151	8 bytes input consistent	256...263		
4	161	2 bytes output consistent		256...257	
5	192	Universal module	2...4	16...20	
6					
7					

Kuva 21. Esimerkki osoitteiden määrittelystä (Siemens 2006, 4-12)

Konfiguraatiossa määritellään myös verkkojen IO-alueet. Tässä suhteessa verkot ovat itsenäisiä toisiinsa nähden. Kummallakin verkolla on omat IO -alueensa ja tiedonsiirtonopeutensa, joiden ei tarvitse olla yhteneväiset. Kuva 22 on esimerkki DP/DP-linkin ja sen yhdistämien verkkojen ominaisuuksista.

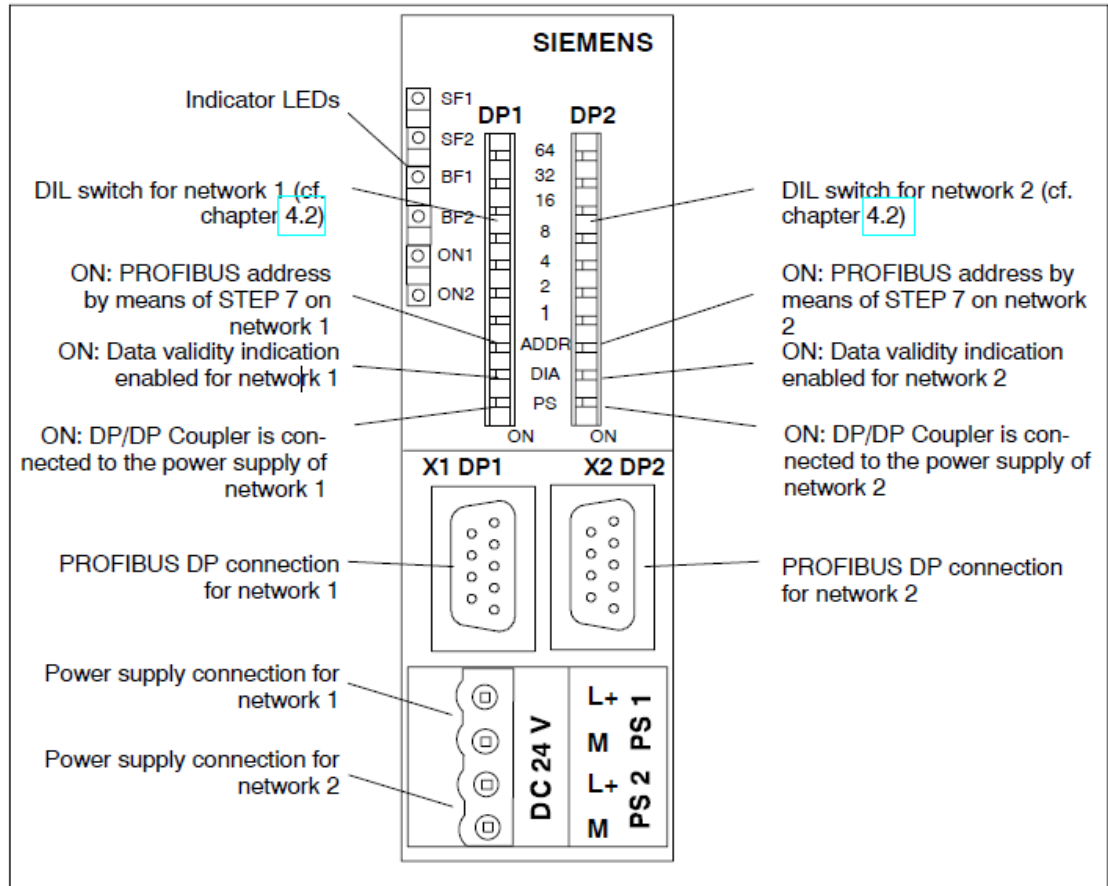


Kuva 22. Esimerkki DP/DP-linkin toiminnasta (Siemens 2006, 1-2)

Siirrettävän tiedon suurin mahdollinen pituus on 244 tavua kumpaankin suuntaan. IO -alueita, joita käytetään tiedonsiirtoon, voi olla enintään 16. Profibus-osoitteet voidaan määrittellä laitteen omilla valintakytkimillä, Siemens S7:lla tai muulla käytössä olevalla ohjelmointityökalulla.

(Siemens 2006, 1-1, 1-2, 1-3.)

Automaatiolaboratorion opetusympäristössä DP/DP -linkki on kytketty virtausprosessin ohjauskaappiin. Kuvassa 6-3 on laitteen etulevy merkkivaloineen.



Kuva 23. DP/DP -linkin kytkennät ja merkkivalot (Siemens 2006, 1-3)

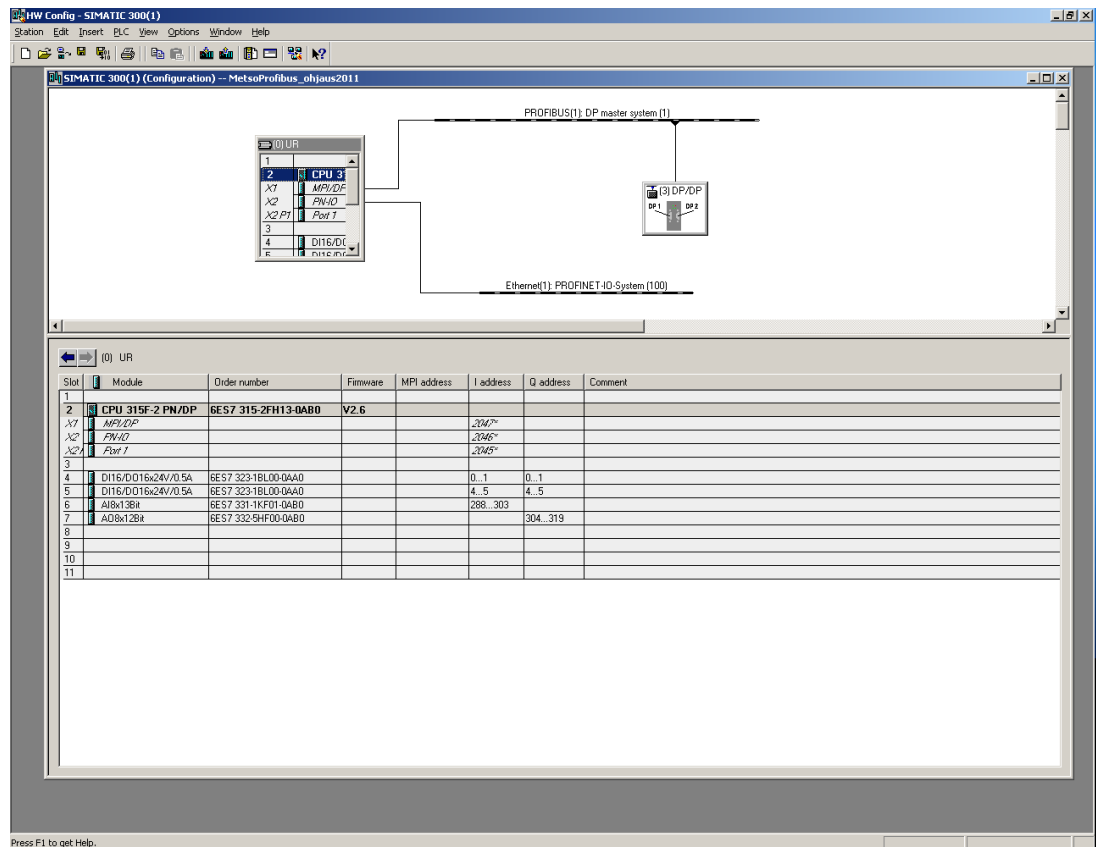
5.4 Profibus-verkot automaatiolaboratoriossa

ProfibusDP-verkko on konfiguroitava siinä ympäristössä, johon se on liitetty. Automaatiolaboratoriossa on sekä Siemensin ohjelmoitavassa logiikassa että MetsoDna-automaatiojärjestelmässä omat ProfibusDP-verkkonsa. Niiden määrittelyt tarkastettiin ja määrittelyihin tehtiin tarvittavat muutokset.

Järjestelmään on lisätty DP/DP-linkki, joka pitää määritellä kumpaankin järjestelmään. Ilman tätä toimenpidettä tiedonsiirto ei voi toimia.

5.4.1 ProfibusDP-verkko Siemens S7 300 -ympäristössä

Kuvassa 24 on esitetty Siemens S7 300 ohjelmoitava logiikkayksikkö, jonka suoritin on CPU 315F-2PN. Tässä yksikössä on kenttäväyläliittynät sekä Profinet- että ProfibusDP-kenttäväylille. DP/DP -linkki on liitetty ProfibusDP-kenttäväylään.



Kuva 24. ProfibusDP-verkkokonfiguraatio Siemens S7 300 -ympäristössä

Konfiguroinnissa käytetään Siemens S7 300:n omia työkaluohjelmia. Väylä- ja muut laitemäärittelyt tehdään Hardware Configuration -ohjelmalla. Ohjelmat ovat käyttöliittymältään Windows-pohjaisia ja helppokäyttöisiä. Opasteet ovat myös helposti saatavilla ja ne sisältävät riittävästi tietoa työkaluohjelmien käyttäjälle sekä normaaliin käyttöön että ongelmatilanteiden selvittämiseen.

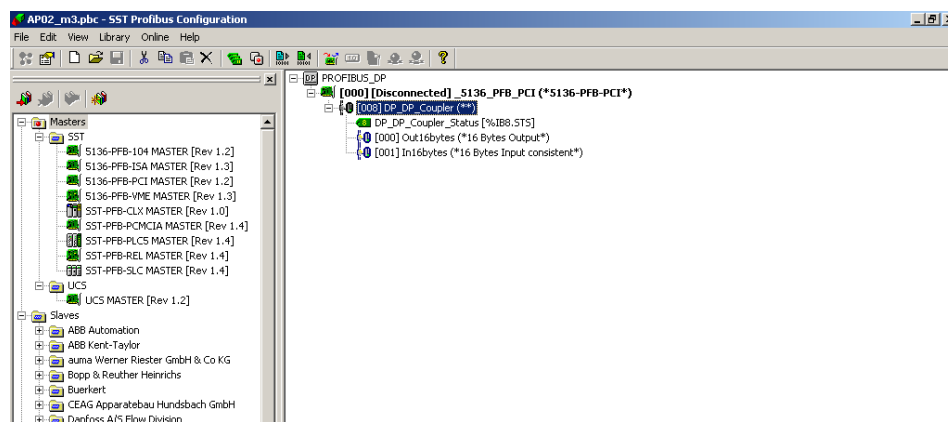
Kuvassa 25 näkyvät paremmin tätä työtä varten tehdyt laite- ja osoitemäärittelyt. Jotta määrittelyt otetaan käyttöön, on ne ladattava logiikkayksikölle ohjeiden mukaisesti.

(0) UR							
Slot	Module	Order number	Firmware	MPI address	I address	Q address	Comment
1							
2	CPU 315F-2 PN/DP	6ES7 315-2FH13-0AB0	V2.6				
X1	MFV/DP				2047*		
X2	FW/D				2046*		
X2	FW1				2045*		
3							
4	DI16/DO16x24V/0.5A	6ES7 323-1BL00-0AA0			0...1	0...1	
5	DI16/DO16x24V/0.5A	6ES7 323-1BL00-0AA0			4...5	4...5	
6	AI8x13Bit	6ES7 331-7KF01-0AB0			288...303		
7	AO8x12Bit	6ES7 332-5HF00-0AB0				304...319	
8							
9							
10							
11							

Kuva 25. Siemens S7 300, laite- ja osoitemäärittelyt

5.4.2 Liittynnän määrittely SST-konfiguraatio-työkalulla

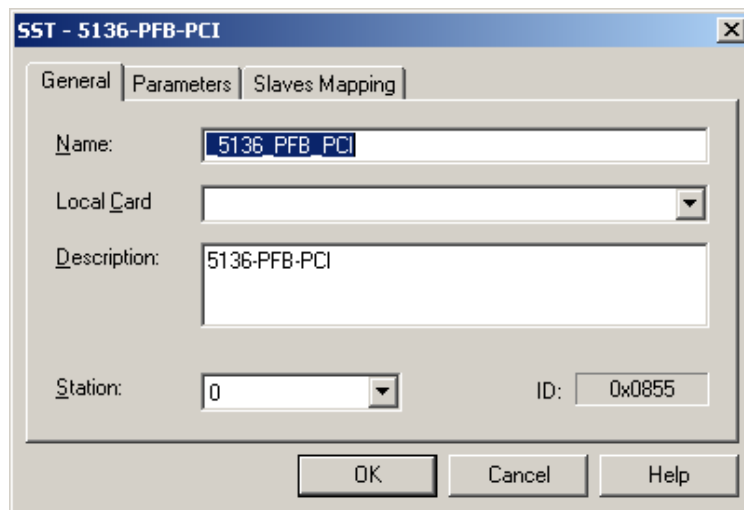
MetsoDna-automaatiojärjestelmässä Profibus-väylän määrittelyt tehdään SST-konfigurointityökalulla. Määrittelyt tallennetaan ja ladataan järjestelmään MetsoDna-suunnittelu- ja ylläpitoympäristössä. Määrittelyt sijaitsevat automaatiojärjestelmän pakettissa AP02_m3, prosessiasemalla AP02.



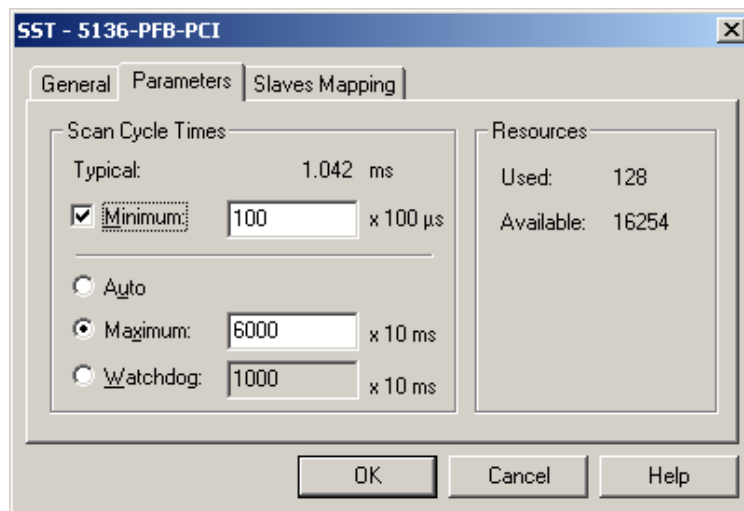
Kuva 26. SST-konfiguraation aloitusnäky

Aloitusnäkyssä näkyvät kaikki verkkoon liitetyt laitteistot hakemistorakenteessa. Valitsemalla laitteen voi tarkastella ja muuttaa sen ominaisuuksia.

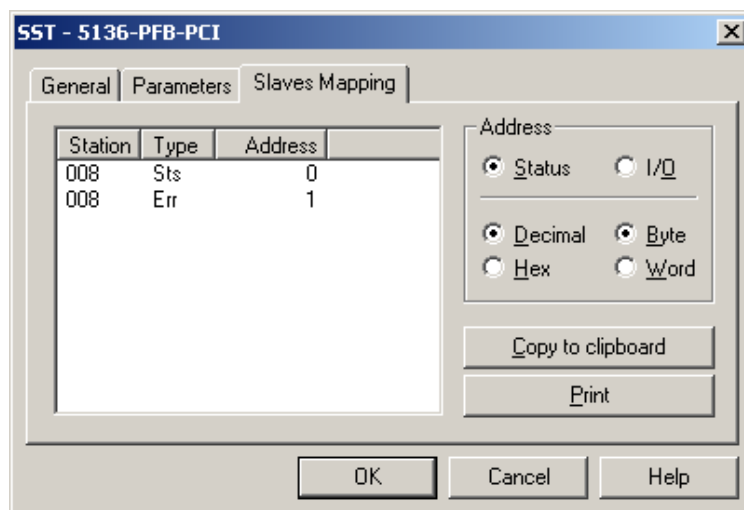
Kuvissa 27, 28 ja 29 on näkyvissä MetsoDna-järjestelmässä olevan verkon master-yksikön ominaisuudet ja parametrit ja siihen liitettyjen slave-laitteiden määrittelytiedot.



Kuva 27. MetsoDna, Profibus -väylän master -yksikön määrittely

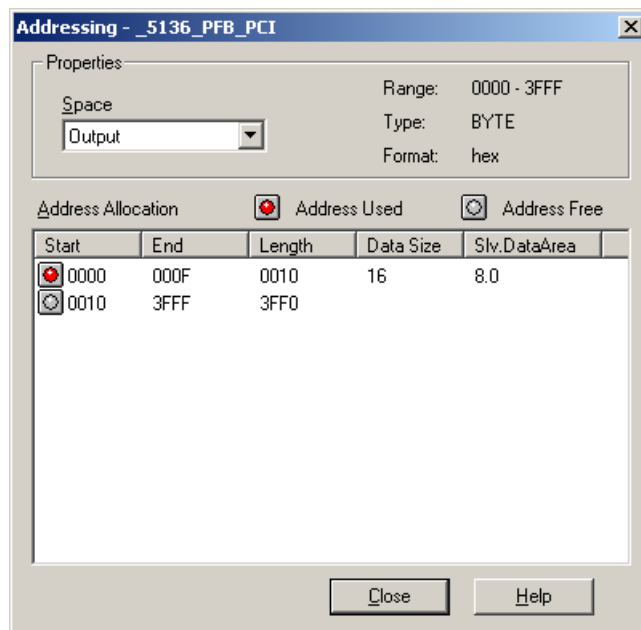


Kuva 28. MetsoDna, Profibus-väylän master-yksikön parametrit

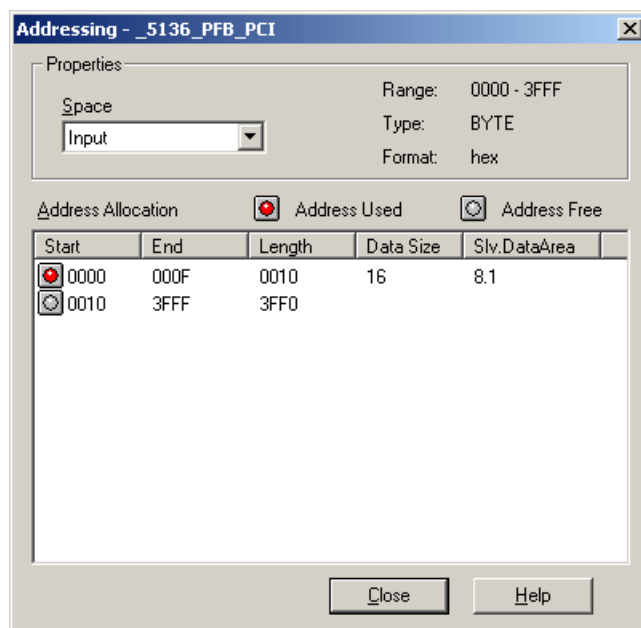


Kuva 29. MetsoDna, Profibus-väylän master-yksikköön liitettävien slave-laitteiden määrittely

SST-konfiguraatioon sisältyy myös IO- osoitteiden määrittely. Kuvssa 30 on määritetty output-osoitteet ja kuvassa 31 input-osoitteet. Kuvissa näkyvät myös slave-tietoalueiden määrittelyt.

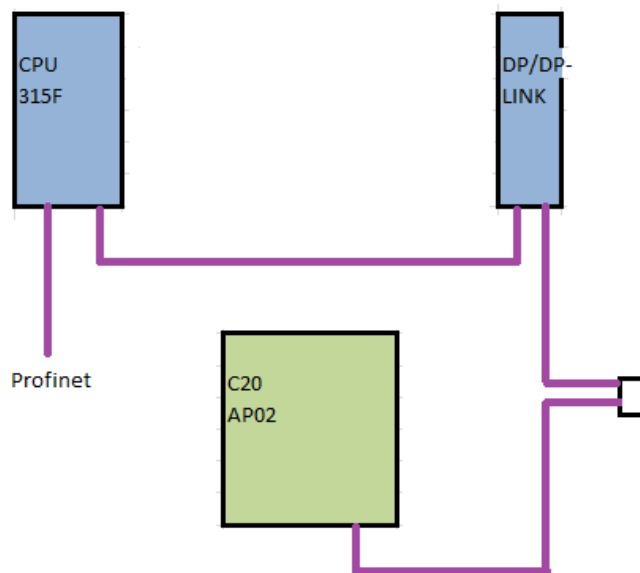


Kuva 30. Output-osoitteiden määrittely



Kuva 31. Input -osoitteiden määrittely

Kuvassa 32 on esitetty kenttäväyläkytkentä Siemens S7 300 ohjelmoitavan logiikan ja MetsoDna-järjestelmän välillä. Kuvassa näkyvään liittimen avulla on mahdollista lisätä laitteita verkkoon tai päättää verkko päätevastuksella. Ohjelmoitavan logiikan CPU on liitetty myös Profinet-väylään.

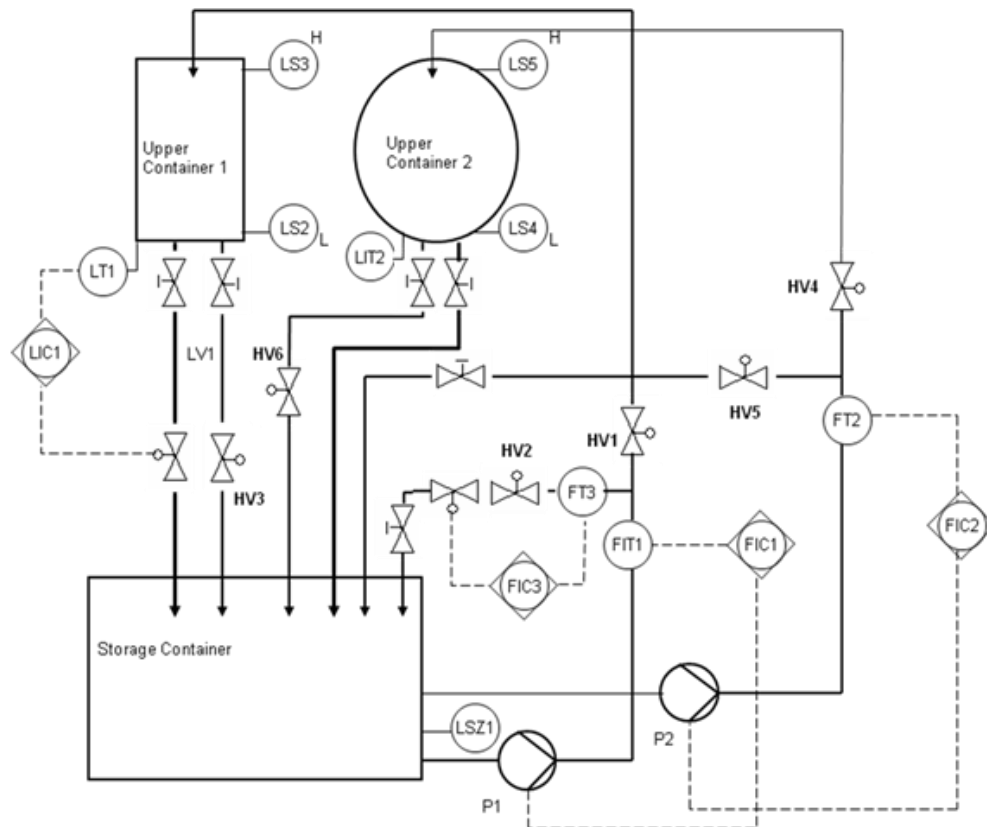


Kuva 32. Kenttäväylä Siemens S7 ohjelmoitavan logiikan ja MetsoDna-järjestelmän välillä

6 PROSESSIKUVAUKSET

6.1 Virtausprosessi 2009

Virtausprosessi, jota ohjataan Siemensin ohjelmoitavalla logiikalla, koostuu kahdesta yläsäiliöstä ja yhdestä keräilyssäiliöstä. Keräilyssäiliöstä pumpataan vettä yläsäiliöihin kahdella pumpulla. Putkistot on rakennettu niin, että järjestelmässä on kaksi erillistä vesikiertoa. Kuvassa 33 on virtausprosessin PI-kaavio.



Kuva 33 Virtausprosessin PI-kaavio (Kainumaa)

Vesikierto 1

Pumpulla P1 pumpataan vettä yläsäiliöön 1. Pumppu on varustettu taajuusmuuttajalla. Taajuusmuuttajan pyörimisnopeutta säätelee virtaussäätö FIC1. Takaisinkiertoa keräilyssäiliöön säädetään virtaussäädöllä FIC3. Yläsäiliön 1 pinnankorkeutta säätelee venttiilin avulla LIC1. Yläsäiliön pintaa mitataan 0 - 100 %. Säiliön pinnan ala- ja ylärajoja valvotaan pintakytkimillä LS2 ja LS3. Keräilyssäiliössä on pintakytkin LSZ1, joka toimii pumppujen kuivakäyntisuoja. Venttiileillä HV1 ja HV2 voidaan valita, pumpataanko vettä pelkästään yläsäiliöön 1, pelkästään takaisinkiertoon vai molempiin. Avaamalla venttiili HV3 voidaan tyhjentää yläsäiliö 1.

Vesikierto 2

Pumpulla P2 pumpataan vettä yläsäiliöön 2. Pumpun taajuusmuuttajan pyörimisnopeutta säädetään virtaussäädön FIC2 avulla. Yläsäiliön 2 pinnankorkeutta mitataan 0-100 %. Pintaa valvoo myös kaksi pintakytkintä, alarajakytkin LS4 ja ylärajakytkin LS5. Venttiileillä HV4 ja HV5 voidaan valita, pumpataanko vettä pelkästään yläsäiliöön 2, pelkästään takaisinkiertoon vai molempiin.

öön 1, pelkästään takaisinkiertoon vai molempiin. Yläsäiliö 2 tyhjennetään avaamalla venttiili HV6.

Prosessikuvaukset on saatu vesiprosessille vuonna 2009 tehdystä työselostuskansiosta.

6.2 Prosessikuvaus MetsoDna-automaatiojärjestelmässä toteutetusta virtausprosessista

MetsoDna-järjestelmään toteutettua prosessia on yksinkertaistettu ja toimintaa muutettu.

Keräilyssäiliöstä pumpataan vettä yläsäiliöön 1 pumpulla P1. Pumpun pyörimisnopeutta ohjaa yläsäiliön 1 pinnansäätöpiiri LIC1. Pumpun starttiventtiilinä toimii HV1. Keräilyssäiliössä on pumpulle kuivakäyntisuoja LSZ1. Yläsäiliössä 1 on pintamittaus 0-100 % ja pintakytkimet LS2 ja LS3 pinnan ala- ja ylärajoille. Yläsäiliötä 1 tyhjennetään avaamalla venttiili HV3.

6.2.1 Piirikohtaiset toimintakuvaukset

P1 Vesipumppu 1

Pumpulla P1 pumpataan vettä keräilyssäiliöstä yläsäiliöön 1. Pumppu on taajuusohjattu. Taajuusohje annetaan yläsäiliön pinnankorkeuden säätöpiirissä.

Pumpun pyörimisnopeuden avulla säädetään yläsäiliön 1 pinnankorkeutta LIC1.

Pumppu pakko-ohjataan seis, kun yläsäiliön 1 pinta on ylärajalla (LS3) tai keräilyssäiliössä on liian vähän vettä eli kuivakäyntisuoja (LSZ1) estää pumpun käynnin.

HV1 Vesipumpun P1 starttiventtiili

Magneettiventtiili on asennettu keräilyssäiliöltä yläsäiliölle menevään putkilinjaan 1 pumpun P1 jälkeen. Venttiili toimii pumpun P1 käynnistysventtiilinä.

Pumpun P1 käynnistyessä venttiili asetetaan automaattitilaan, käyttäjä voi halutessaan vaihtaa tilan. Automaatilla venttiili ohjataan auki pumpun P1 käynnistyessä

Käsiäjoilla venttiiliä ohjataan valvomon näytöltä.

HV3 Yläsäiliön 1 poistoverventtiili

Magneettiverventtiili sijaitsee yläsäiliön 1 poistoputkijlinjassa.

Verventtiili asetetaan automaattitilaan, kun pumppu P1 käynnistyy. Automaatilla venttiili ohjataan auki pumpun P1 käynnistyessä, jos yläsäiliön 1 pinta on yli alarajan (LS2).

Käsiäjoilla venttiiliä ohjataan valvomon näytöltä.

Verventtiili pakko-ohjataan kiinni, kun yläsäiliön 1 pinta on alle alarajan (LS2).

LIC1 Yläsäiliön 1 pinta

Piirillä säädetään yläsäiliön 1 pinnankorkeutta. Säiliön pintaa mitataan pintaohjettimella LT1. Pinnankorkeutta säädetään ohjaamalla pumpun P1 pyörimisnopeutta taajuusmuuttajalla.

LSZ1 Keräilyssäiliö, kuivakäyntisuoja

Pintakytkin valvoo keräilyssäiliön pinnan alarajaa. Jos pinta laskee alle alarajan, pumppu P1 pakko-ohjataan kiinni. Näin vältetään pumpun käyminen kuivana.

LS2 Yläsäiliön 1 alaraja

Pintakytkin valvoo yläsäiliön 1 pinnan alarajaa.

LS3 Yläsäiliön 1 yläraja

Pintakytkin valvoo yläsäiliön 1 pinnan ylärajaa.

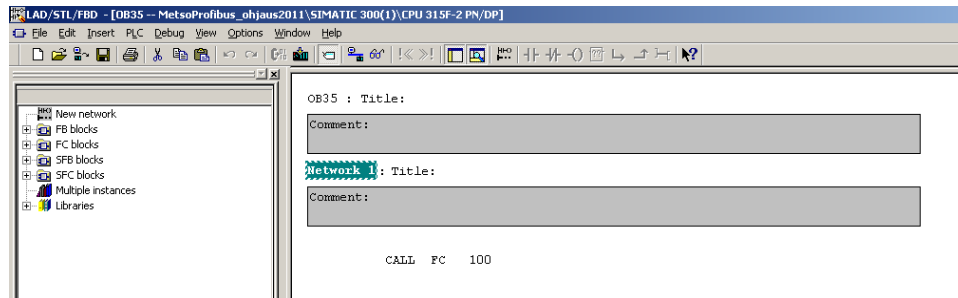
7 OHJELMAT JA TESTAUS

7.1 Siemens S7 300 -sarjan ohjelmoitavaan logiikkaan tehdyt ohjelmat

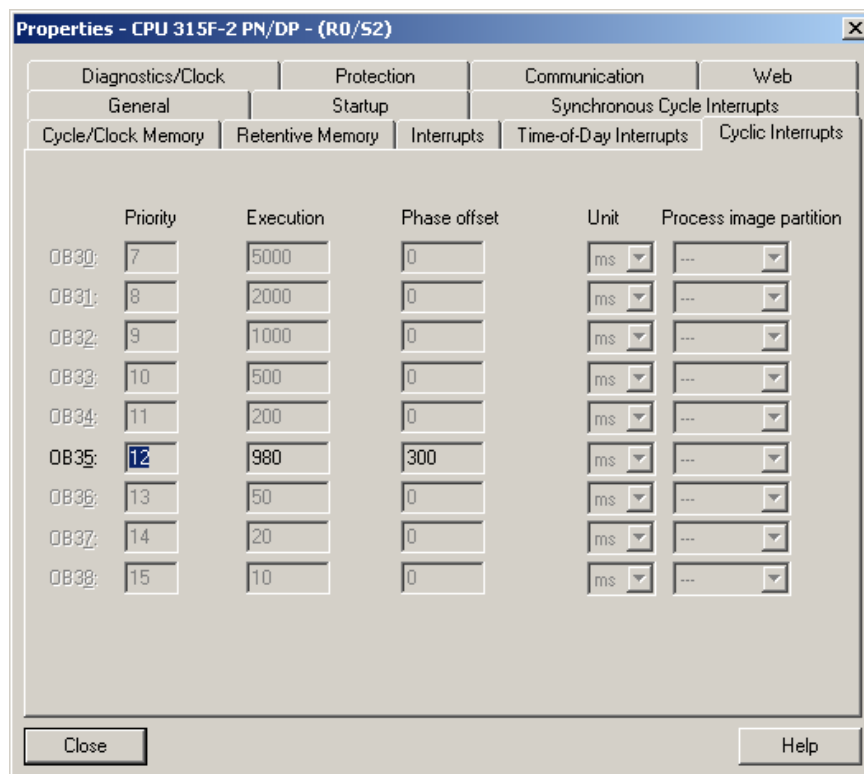
Siemens S7-300 -sarjan ohjelmoitavaan logiikkaan tehtiin oma ohjelma TuneUp-ohjelmiston käyttöä varten. Kaikkien virtausprosessin piirien tietoja ei siirretä MetsoDna-järjestelmään. Ohjelmassa käytetään vain niiden piirien IO -liityntöjä ja kentälaitteita, joita ohjataan automaatiojärjestelmässä.

Kun ohjelmaa halutaan käyttää, on sen ensin oltava ladattuna ohjelmoitavan logiikan logiikkayksikössä. Tarvittaessa ohjelma ladataan download-komennolla. Pääohjelma

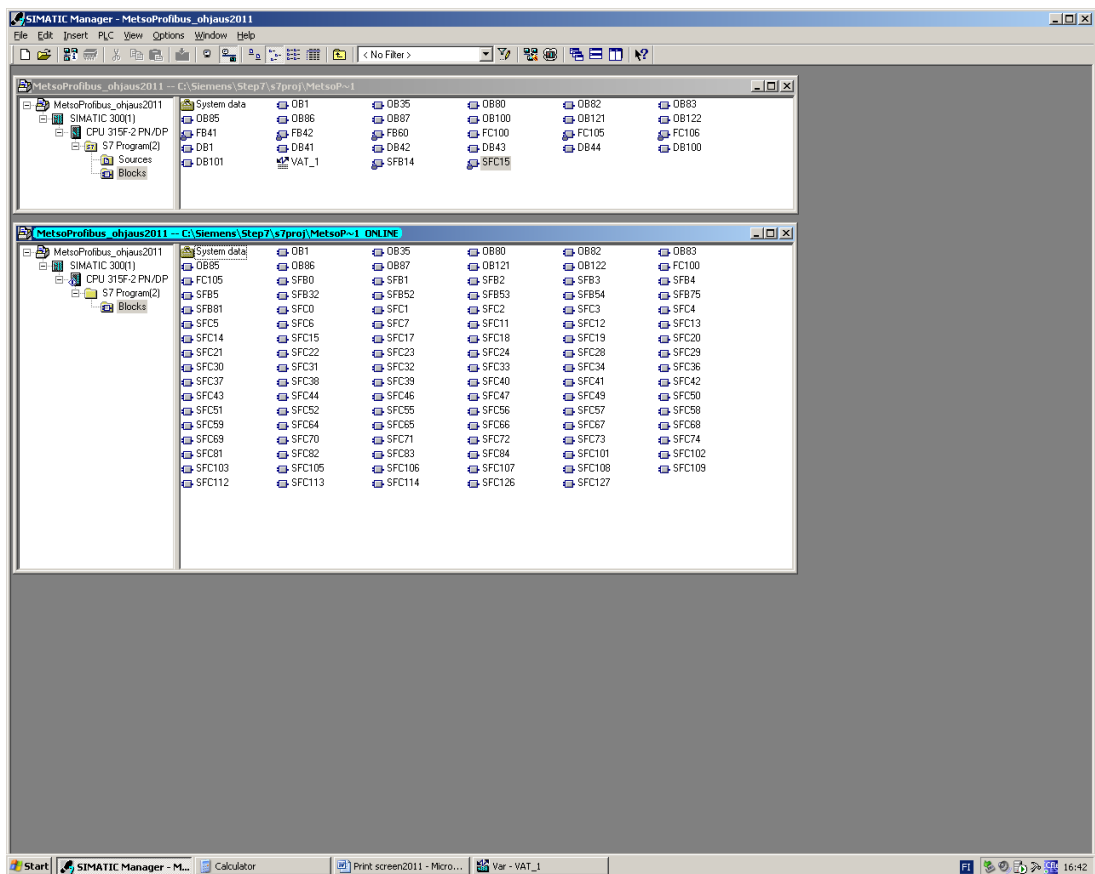
on lohkoissa FC-100. Pääohjelmaa kutsuu operointilohko OB35, jonka lukusyklin taajuus on muokattavissa. Kuvassa 34 näkyy operointilohkon sisältö, kuvassa 35 lukusyklin määrittely. Käytössä olevat ohjelmalohkot näkyvät kuvassa 36.



Kuva 34. OB35



Kuva 35. Lukusykli, OB35

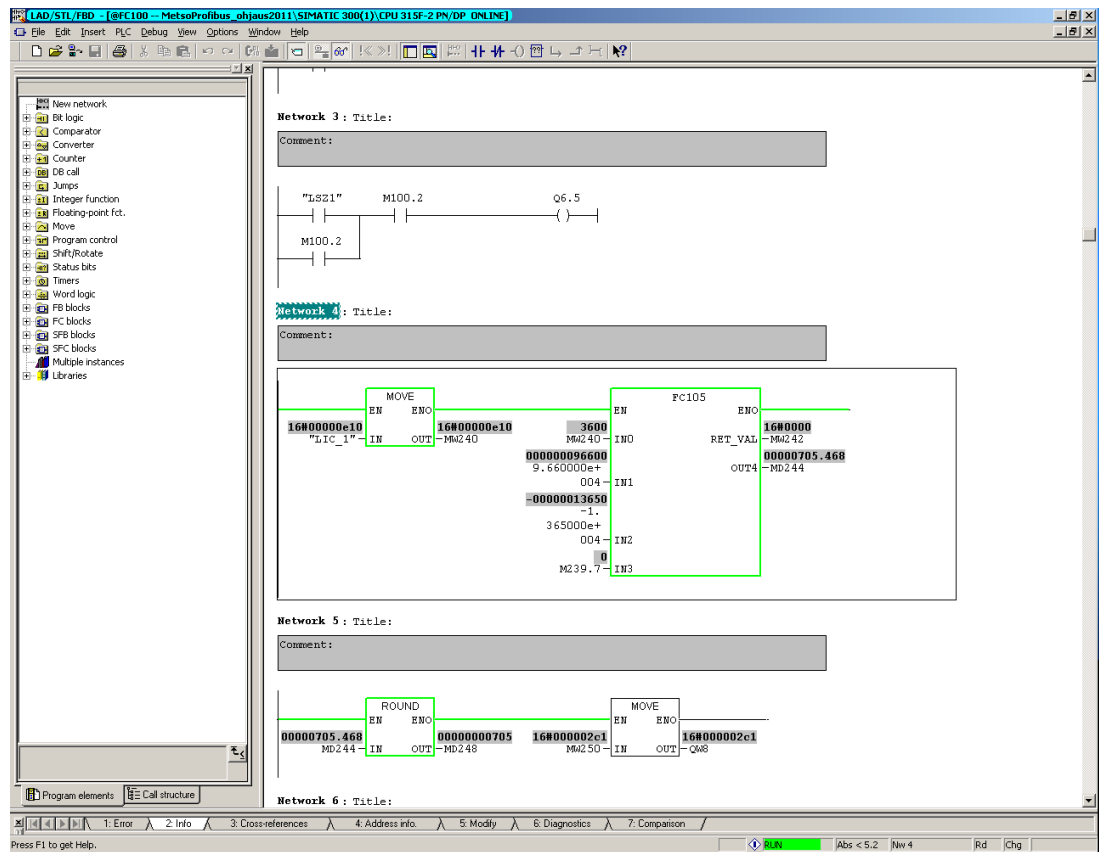


Kuva 36. Ohjelmalohtkot

Opetusympäristössä on edelleen mahdollista käyttää virtausprosessin ohjaamiseen myös pelkästään ohjelmoitavassa logiikassa suoritettavia ohjelmia. Tällöin on varmistettava, että tarvittavat ohjelmat on ladattu logiikkayksikölle ja määrittelyt ovat oikein.

Siemens S7:ssä luetaan tarvittavat mittaus- ja kytkintiedot IO -korteilta ohjelmassa määriteltuihin muistipaikkoihin. Näiden muistipaikkojen sisältö luetaan kenttäväylän kautta MetsoDna-järjestelmään. Luettavat tiedot ovat vesisäiliöiden pintakytkimien tilat ja yläsäiliön 1 pinnankorkeus. Pinnanmittaustiedon skaalaus ja muokkaus automaatiojärjestelmään sopivaksi tehdään ohjelmoitavassa logiikassa.

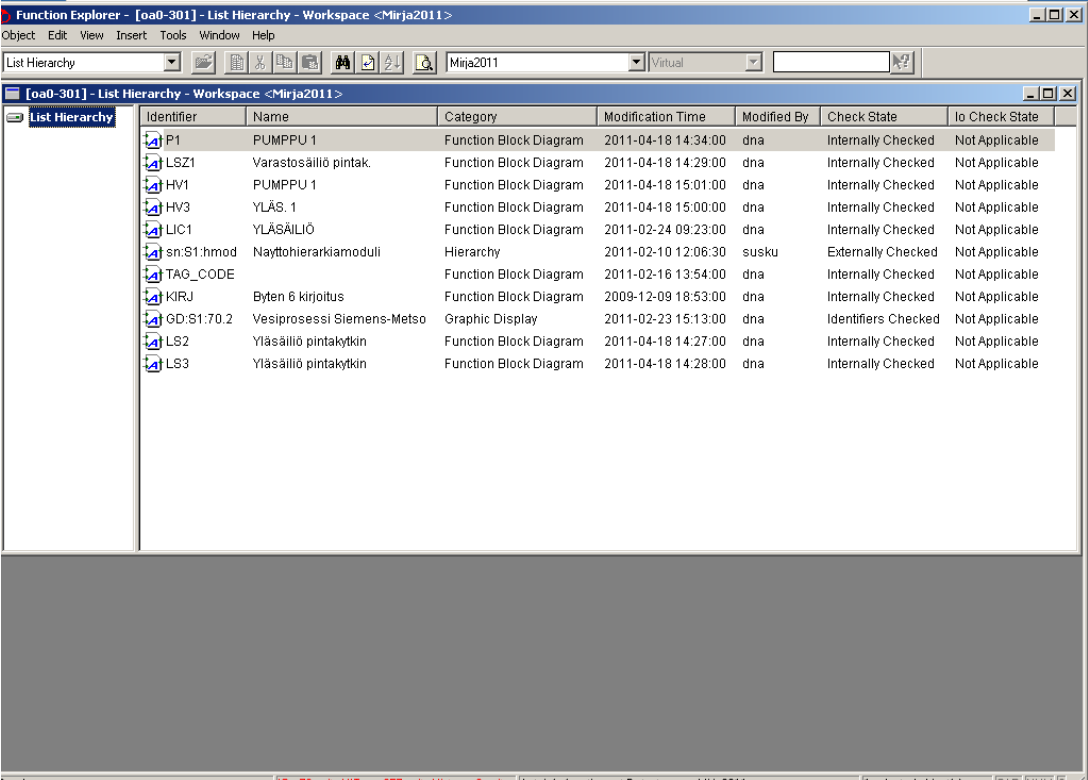
MetsoDna-järjestelmästä tulevat ohjaustiedot luetaan myös ohjelmoitavan logiikan muistipaikkoihin, joista ne siirretään eteenpäin IO-liityntäkorteille, jotka ohjaavat kenttälaitteita. Ohjattavat kohteet ovat vesipumppu, vesiventtiilit ja pumpun pyörimisnopeus. Ohjelmoitavaan logiikkaan tehty ohjelmalistaus on kokonaisuudessaan liitteessä 1, kuvassa 37 on osa ohjelmalistausta.



Kuva 37. Osa ohjelmoitavan logiikan ohjelmaa

7.2 MetsoDna-järjestelmään tehdyt ohjelmat

MetsoDna -järjestelmään tehdyt ohjelmat on toteutettu järjestelmän suunnittelu- ja ylläpitoympäristössä, jonka käyttöliittymä on Function Explorer. Kuvassa 38 on Function Explorerin aloitusnäkymä.



Identifier	Name	Category	Modification Time	Modified By	Check State	Is Check State
P1	PUMPPU 1	Function Block Diagram	2011-04-18 14:34:00	dna	Internally Checked	Not Applicable
LSZ1	Varastosäiliö pintak.	Function Block Diagram	2011-04-18 14:29:00	dna	Internally Checked	Not Applicable
HV1	PUMPPU 1	Function Block Diagram	2011-04-18 15:01:00	dna	Internally Checked	Not Applicable
HV3	YLÄS. 1	Function Block Diagram	2011-04-18 15:00:00	dna	Internally Checked	Not Applicable
LIC1	YLÄSÄILIÖ	Function Block Diagram	2011-02-24 09:23:00	dna	Internally Checked	Not Applicable
sn.S1:hmod	Näyttöhierarkiamoduuli	Hierarchy	2011-02-10 12:06:30	susku	Externally Checked	Not Applicable
TAG_CODE		Function Block Diagram	2011-02-16 13:54:00	dna	Internally Checked	Not Applicable
KIRJ	Byten 6 kirjoitus	Function Block Diagram	2009-12-09 18:53:00	dna	Internally Checked	Not Applicable
GD:S1:70.2	Vesiprosessi Siemens-Metso	Graphic Display	2011-02-23 15:13:00	dna	Identifiers Checked	Not Applicable
LS2	YLÄSÄILIÖ pintakytin	Function Block Diagram	2011-04-18 14:27:00	dna	Internally Checked	Not Applicable
LS3	YLÄSÄILIÖ pintakytin	Function Block Diagram	2011-04-18 14:28:00	dna	Internally Checked	Not Applicable

Kuva 38. Function Explorer, virtausprosessin piirit

Ohjelmat on tehty prosessiasemalle AP02 ja valvomoon S1. Molemmat tiedot on määriteltävä sovelluksiin, jotta piirit toimisivat oikein.

Piirien ohjaamista varten on tehty operointipäätteelle uusi näyttö graafisen käyttöliittymän suunnittelutyökalulla GdCadilla. Näyttö on myös määritelty järjestelmän näyttöhierarkiamoduuliin. Kuvassa 39 näkyy virtausprosessin ohjaussivu.



Kuva 39. MetsoDna, virtausprosessin näyttösivu 70.2

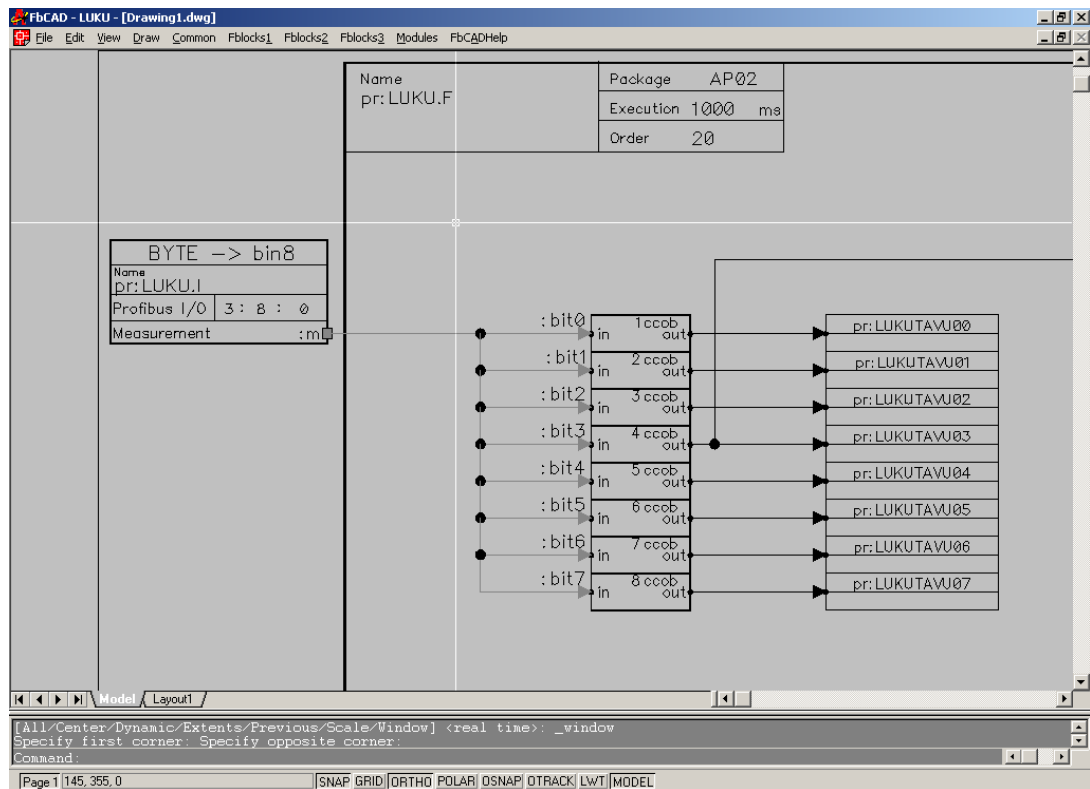
Ohjelmat on toteutettu sovellustyökalu FbCadilla. Piireissä on käytetty perustoimilohkoja ja Profibus IO -moduuleita.

Piirit ovat:

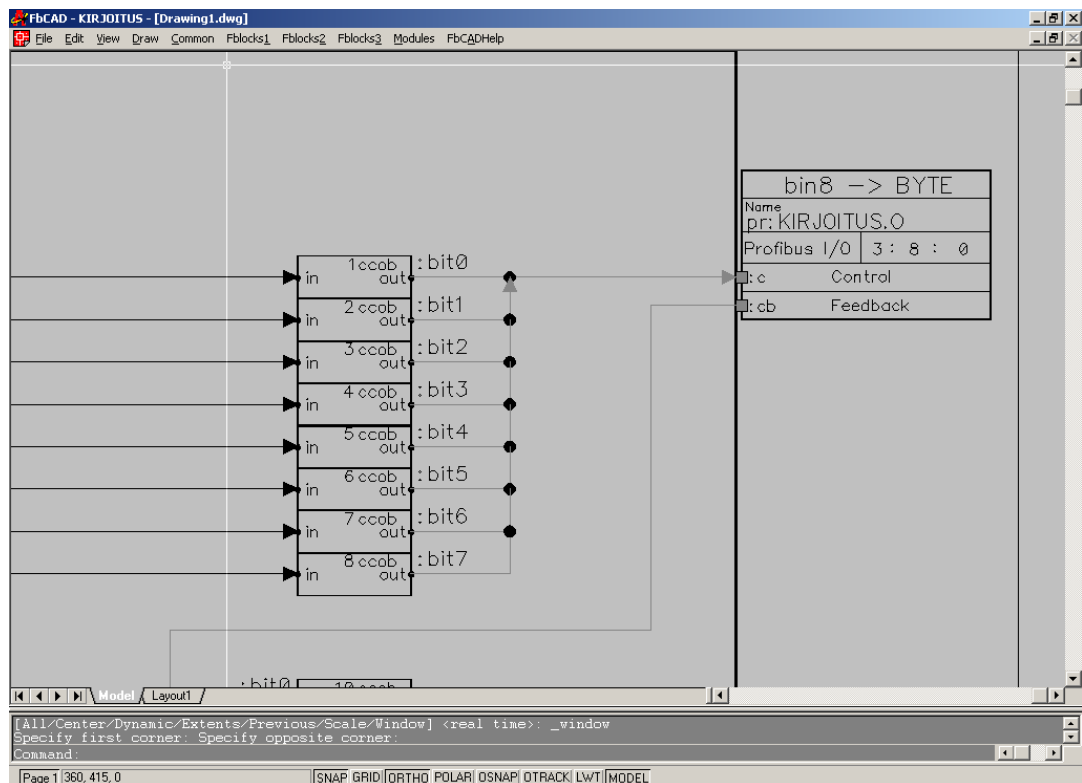
- P1 Vesipumppu yläsäiliöön 1
- HV1 Pumpun P1 starttiventtiili
- HV3 Yläsäiliön 1 tyhjennysventtiili
- LSZ1 Keräilysäiliön pinnan alarajakytkin (pumpun kuivakäyntisuoja)
- LS2 Yläsäiliön 1 pinnan yläraja
- LS3 Yläsäiliön 1 pinnan alaraja
- LIC1 Yläsäiliön 1 pinnan säätö

Ohjaus- säätöpiirien toiminta vastaa toimintakuvauksia. Lukitukset ja automaattitoiminnot on suunniteltu niin, että laitteet voivat toimia ilman, että vaarana olisi niiden vikaantuminen.

Lisäksi tehtiin binääritietojen lukemista ja kirjoittamista varten omat ohjelmat. Muut ohjelmat käyttävät näiden piirien tietoja ja liityntöjä. Kuvissa 40 ja 41 näytetään osa tietojen luku- ja kirjoituspiirejä. Siemens S7 –logiikasta ei ollut saatavilla venttiilien rajatietoja eikä pumpun käyntitieto, minkä vuoksi tiedot on muodostettu ohjelmallisesti ohjaustiedosta.



Kuva 40. Tietojen luku



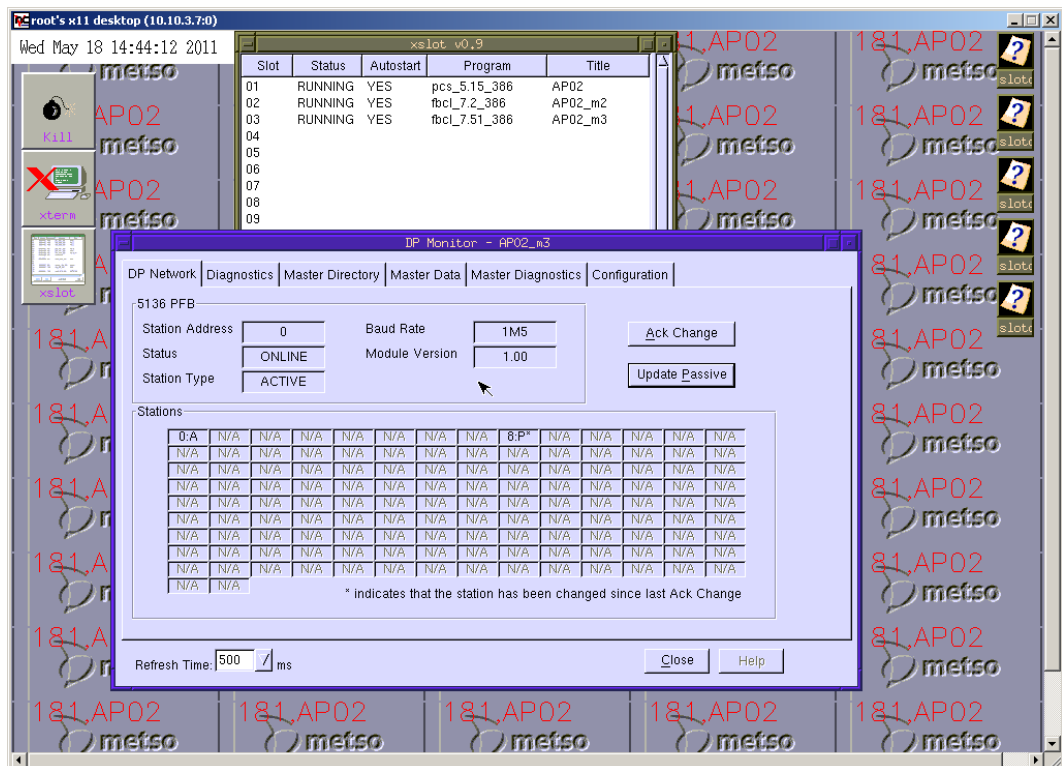
Kuva 41. Tietojen kirjoitus

7.3 Testaus

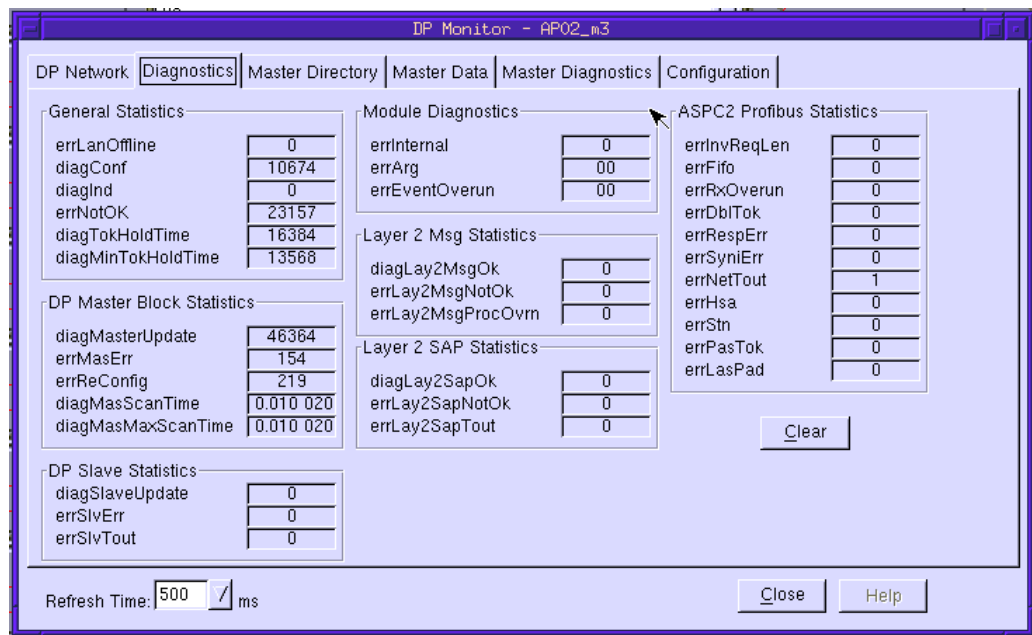
7.3.1 Tiedonsiirto

Ensimmäiseksi tarkistettiin verkkolaitteiden toiminta. Laitteiden etupaneeleissa sijaitsevista LED -valot ilmaisevat laitteiden toimintaa ja mahdollisia vikatilanteita. Kun verkkolaitteiden todettiin toimivan oikein, seuraavaksi siirryttiin testaamaan verkko-yhteyttä ja tiedonsiirtoa.

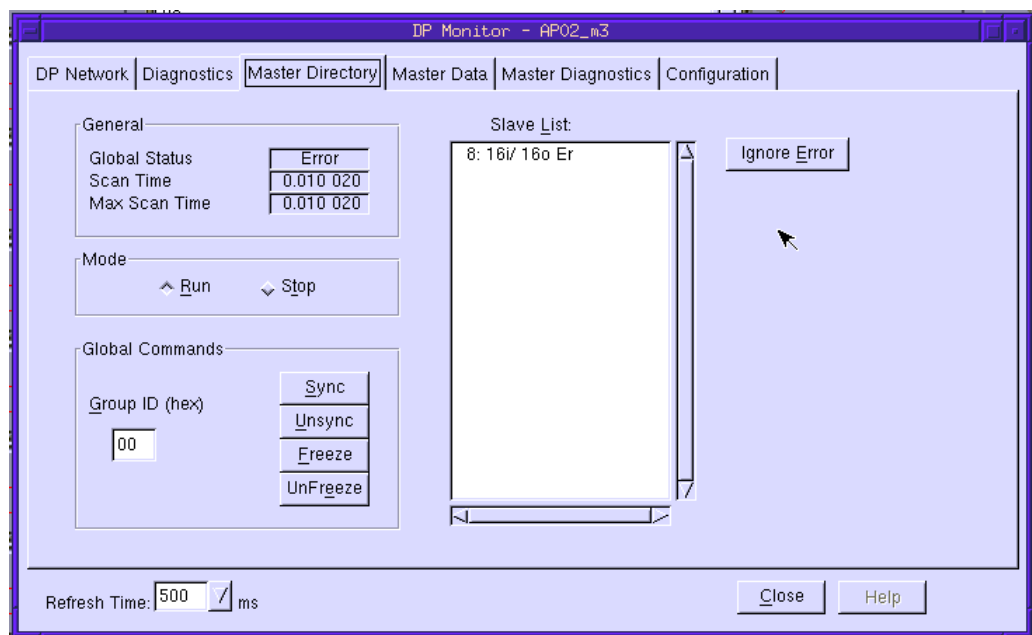
VNC- yhteydellä voidaan tarkastella paketin AP02_m3 määrittelemää liikennöintiä DP-Monitor-ikkunan kautta. Alla olevissa kuvissa 42-47 on esitelty DP-Monitorilta saatavat tiedot.



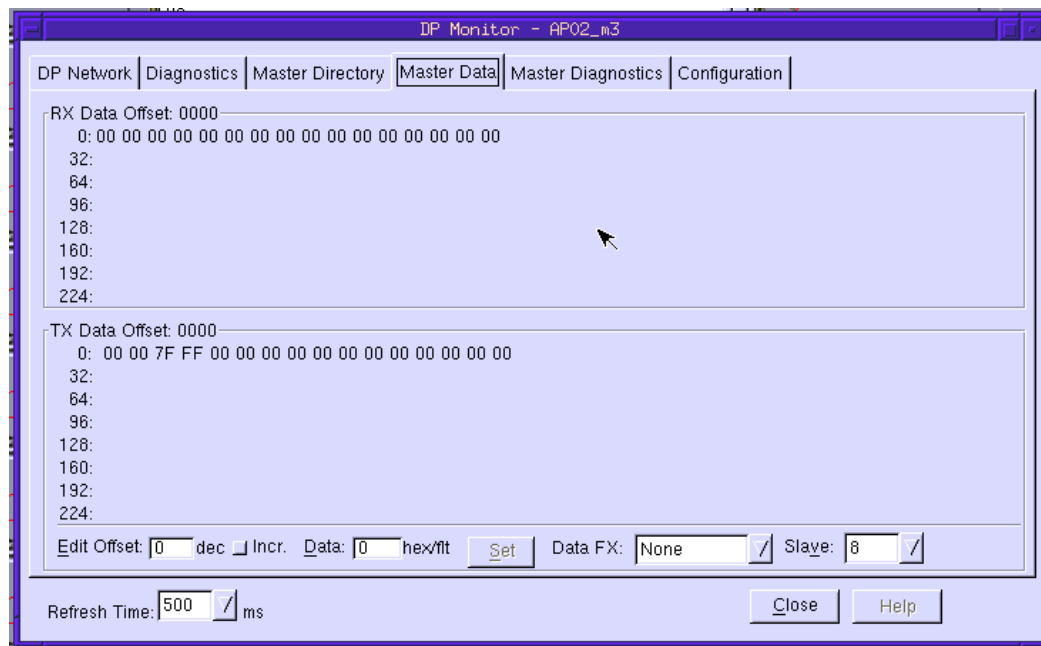
Kuva 42. DP- monitorin aloitusnäkymä, DP -väylän master-yksikön tila ja slave-aset



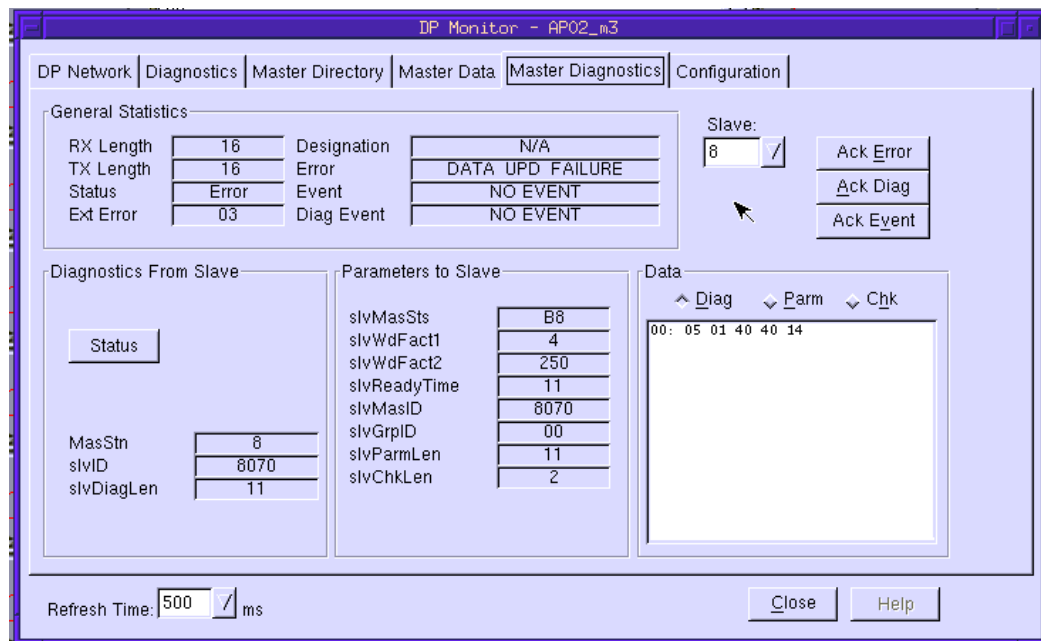
Kuva 43. DP -monitorin diagnostiikkaosio



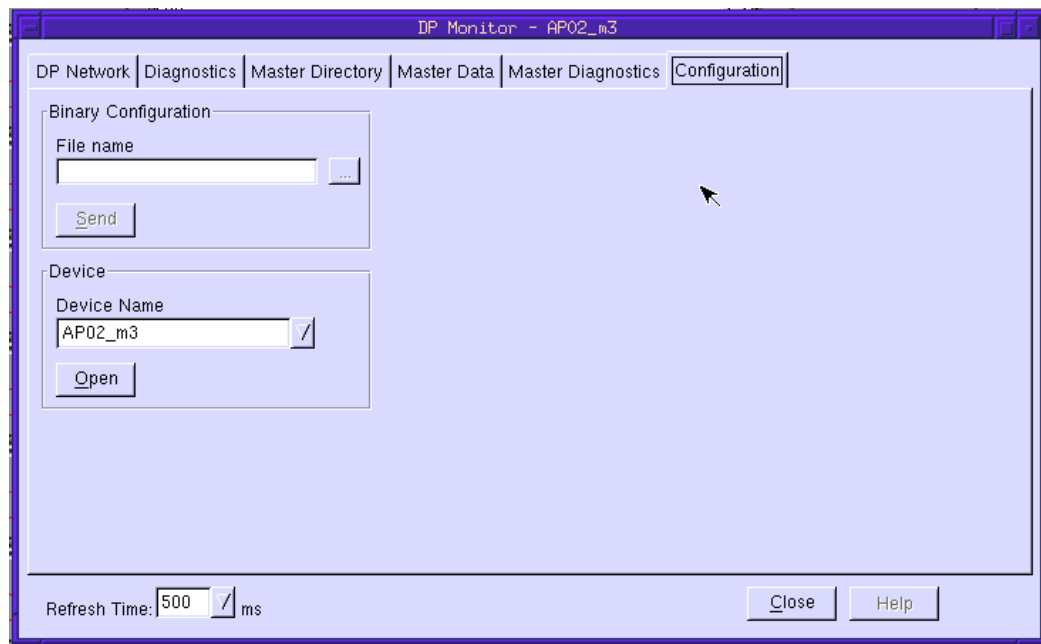
Kuva 44. DP-monitorin Master Directory -näkymä



Kuva 45. DP -monitorin Master Data -näköymä

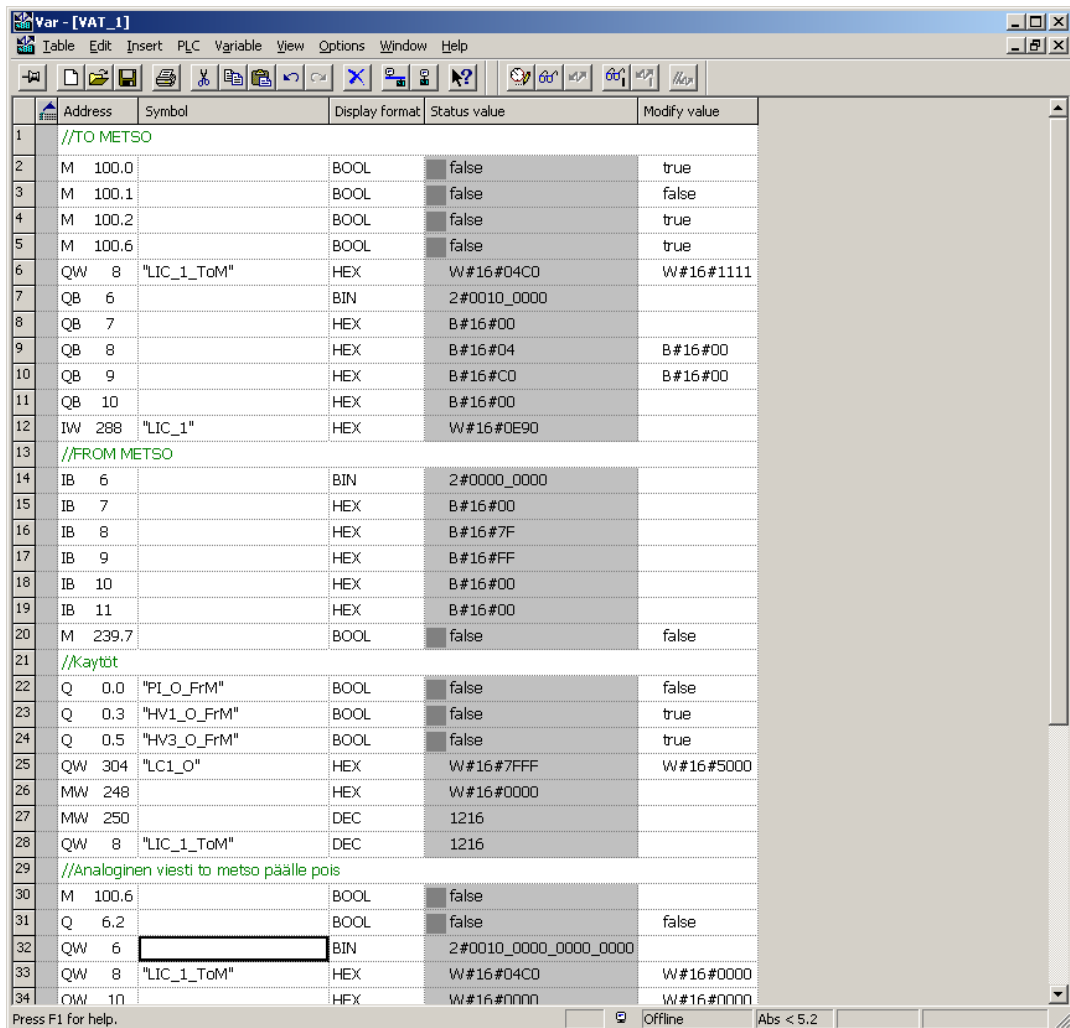


Kuva 46. DP-monitorin Master Diagnostics -näköymä



Kuva 47. DP-monitorin Configuration -näkymä

Tiedonsiirto testattiin molempiin suuntiin käyttäen apuna ohjelmoitavan logiikan päässä Vat-taulukkoa eli muuttujataulukkoa. VAT-taulukko on kuvassa 48. Tauluk-
koon määriteltiin testausta varten muistipaikat, joihin luettiin IO-tiedot liityntäkorteil-
ta. Muistipaikkojen tiedot siirrettiin osoitteisiin, joita MetsoDna-järjestelmä pystyi lu-
kemaan. Tietojen kulkua seurattiin DP -monitorin ja MetsoDnan buggerin avulla. En-
sin testattiin ohjelmoitavasta logiikasta automaatiojärjestelmään kirjoitettavat tiedot ja
sen jälkeen MetsoDnasta ohjelmoitavaan logiikkaan kirjoitettavat tiedot. MetsoDnassa
testauksessa käytettiin ohjelmia, jotka tehtiin tietojen siirtoa varten.



	Address	Symbol	Display format	Status value	Modify value
1		//TO METSO			
2	M 100.0		BOOL	false	true
3	M 100.1		BOOL	false	false
4	M 100.2		BOOL	false	true
5	M 100.6		BOOL	false	true
6	QW 8	"LIC_1_ToM"	HEX	W#16#04C0	W#16#1111
7	QB 6		BIN	2#0010_0000	
8	QB 7		HEX	B#16#00	
9	QB 8		HEX	B#16#04	B#16#00
10	QB 9		HEX	B#16#C0	B#16#00
11	QB 10		HEX	B#16#00	
12	IW 288	"LIC_1"	HEX	W#16#0E90	
13		//FROM METSO			
14	IB 6		BIN	2#0000_0000	
15	IB 7		HEX	B#16#00	
16	IB 8		HEX	B#16#7F	
17	IB 9		HEX	B#16#FF	
18	IB 10		HEX	B#16#00	
19	IB 11		HEX	B#16#00	
20	M 239.7		BOOL	false	false
21		//Kayttö			
22	Q 0.0	"PI_O_FrM"	BOOL	false	false
23	Q 0.3	"HV1_O_FrM"	BOOL	false	true
24	Q 0.5	"HV3_O_FrM"	BOOL	false	true
25	QW 304	"LC1_O"	HEX	W#16#7FFF	W#16#5000
26	MW 248		HEX	W#16#0000	
27	MW 250		DEC	1216	
28	QW 8	"LIC_1_ToM"	DEC	1216	
29		//Analoginen viesti to metso päälle pois			
30	M 100.6		BOOL	false	
31	Q 6.2		BOOL	false	false
32	QW 6		BIN	2#0010_0000_0000_0000	
33	QW 8	"LIC_1_ToM"	HEX	W#16#04C0	W#16#0000
34	QW 10		HEX	W#16#0000	W#16#0000

Kuva 48. VAT-taulukko

Tiedonsiirtoa testattaessa huomattiin, että analoginen pinnankorkeuden mittaustieto ei pysynyt vakaana. Mittaustiedon arvo heilahteli ja kävi välillä nollassa. Tämä ei ollut todellinen tilanne yläsäiliössä. Epäilyksenä oli, että tiedonlukusykliä voisivat vaikuttaa näin. Ohjelmoitavassa logiikassa tiedonsiirrossa käytettiin nopeinta mahdollista tiedonsiirtosykliä. MetsoDna-järjestelmän sovelluksissa tietoja luettiin 1000 ms välein. Myös MetsoDna-järjestelmän Profibus-väylän master-laite oli määriteltävä lukemaan tietoa 1000 ms:n välein. Kun tiedonlukusykliä muokattiin niin, etteivät ne olleet kaikki samoja eivätkä toistensa kerrannaisia, saatiin mittaustieto vakaaksi.

Testauksessa nousi esiin myös toinen ongelma. Jostain syystä MetsoDna-järjestelmään jäi vanhentunutta tietoa, jonka olisi pitänyt hävitä. Vanhentunut tieto häiritsi ohjelmien toimintaa. Tieto saatiin poistettua pysäyttämällä prosessiasema ja käynnistämällä se uudelleen.

Kolmas ongelmia aiheuttanut asia havaittiin väylään liitettyjen laitteiden yhteensopivuudessa. Väyläkonfiguraatiossa alun perin mukana ollut toinen väyläohjain häiritsi tiedonsiirtoa ja se jouduttiin poistamaan, jotta tiedonsiirto toimisi moitteettomasti.

7.4 Ohjelmien toiminnallinen testaus

Kun tiedonsiirto oikeisiin kohteisiin oli varmistettu, piti vielä testata ohjelmien toiminta. Erityisesti piti varmistaa, että lukitukset toimivat oikein. Joitain muutoksia tehtiin toimintaan ja ohjelmien sisäisiin toimilohkoihin.

Kun ohjelmien oli todettu toimivan oikein, kokeiltiin vielä tiedonkeruuta ja säätöpiirin viritystä TuneUp-viritysohjelmistolla. Kokeilun aikana kävi ilmi, ettei ohjelmiston käyttäminen sinänsä ole vaikeaa, mutta laskennan lähtötietojen määrittely ja tulosten analysointi vaatii säätöpiirin ja prosessin toiminnan ymmärtämistä.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työ ei sinällään ollut kovin laaja; siirrettiin muutama signaali järjestelmästä toiseen, tehtiin ohjelmia kahteen järjestelmään, liitettiin yksi linkki kenttäväylään. Toisaalta työtä voi pitää laajana: sen suorittamiseksi oli otettava selvää monista asioista ja oli varmistuttava siitä, että kaikki palaset sopivat kohdalleen niin, että saadaan toimiva kokonaisuus. Tähän tavoitteeseen päästiin. Tosin muutama ongelma oli ratkaistava ennen kuin liityntä toimi luotettavasti.

Profibus-kenttäväyläteknikka on varsin monipuolinen ja joutava tapa liittää järjestelmiä toisiinsa. Standardisoidut ja moniin eri käyttötarkoituksiin räätälöidyt ratkaisut ja laitevalmistajien sitoutuneisuus tekniikan kehittämiseen tekevät siitä hyvän vaihtoehdon, kun valitaan liityntätapaa tuotantolaitosten tarpeisiin.

Oppilaitosympäristössä Profibus-väylää voidaan käyttää opetustarkoituksiin. Sen avulla voi tehdä monenlaisia ja -tasoisia harjoitustöitä. Kenttäväyläliityntä tarjoaa mahdollisuuden tutustua kenttäväyläteknikkaan, määrittelyihin ja laitteistoihin. Laboratoriossa voi turvallisesti kokeilla, miten erilaiset konfiguraatiot vaikuttavat liitynnän toimintaan. Aiemmin mainittu epävakaa mittaussignaali esimerkiksi saattaa johtua joko laitekoonpanosta tai huonosti yhteensopivista tiedonsiirtosykleistä. Tällä kertaa ongelma ratkaistiin poistamalla toinen väyläohjain.

Tässä työssä otettiin mukaan säätöpiirin viritys- ja analysointiohjelmiston käyttö opetustarkoitukseen. Teknisesti saatiin siirrettyä tietoa niin, että virtausprosessin pinta-säätöä voidaan virittää ohjelmiston avulla. Todennäköisesti tuotantokäytössä päädyttäisiin toisenlaiseen ratkaisuun. Tiedon siirtäminen kahteen kertaan ja kaksinker- taisten ohjausten rakentaminen ei kannattaisi.

Nyt toteutettua ratkaisua voidaan hyödyntää opetuksessa. Se antaa myös mahdolli- suuksia liittää Profibus-väylään lisää laitteita, jolloin voidaan saada laajempia koko- naisuuksia tarkasteltavaksi. Yksi mielenkiintoinen vaihtoehto olisi liittää virtauspro- sessi kokonaisuudessaan väylään niin, että voitaisiin tutkia säätöpiirien virityksien keskinäisiä vaikutuksia.

Tämän opinnäytetyön yhtenä aspektina voitaisiin pitää sitä, että tällaisella tehtä- vänasettelulla saadaan aikaiseksi oppimistilanne, jossa pitää osata nähdä kokonaisuuk- sia ja ottaa ne huomioon yksityiskohtaista toteutustapaa valittaessa. Tehtävän olisi voinut suorittaa useammalla vaihtoehtoisella tavalla.

LÄHTEET

Dorf, R C & Bishop, R H, 2001. Modern Control Systems Ninth Edition. Upper Saddle River, New Jersey, United States: Prentice-Hall Inc.

Festo Didactic, 2002. Programmable Logic Controllers Basic Level

Kainumaa, J, Virtausprosessi PI-kaavio, Länsi-Uudenmaan ammattikoulutuksen kuntayhtymän sähkö-osasto

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu, 2011a. Tekniikan alan esittely,. Saatavissa <http://www.kyamk.fi/Koulutus/AMK-tutkinnot> [viitattu 1.5.2011]

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu, 2011b. Energiatekniikan koulutusohjelman esittely. Saatavissa <http://www.kyamk.fi/Koulutus/AMK-tutkinnot/AMK%2C%20nuoret/Tekniikan%20ja%20liikenteen%20ala/Energiatekniikka> [viitattu 1.5.2011]

Metso Oyj, 2006. MetsoDna-esittelymateriaali. Metso Automation Oy

Mäkelä, M 2009. Luentomateriaali, Kenttäväylien perusteet, Kotka: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

Omron Corporation.2005 ProfibusDP Master Units Operation Manual.

Profibus certif 2011. Saatavissa <http://www.profibus.com/technology/profibus/certification/> [viitattu 1.5.2001]

Profibus devices 2011. Saatavissa <http://www.profibus.com/technology/device-integration/overview/> [viitattu 1.5.2001]

Profibus std 2011. Saatavissa <http://www.profibus.com/technology/profibus/standards/> [viitattu 1.5.2001]

Profibus-teknologia 2011. Saatavissa <http://www.profibus.com/technology/> [viitattu 1.5.2011]

Profibus wireless FA 2011. Saatavissa

<http://www.profibus.com/technology/wireless/for-fa/> [viitattu 1.5.2001]

Profibus wireless PA 2011. Saatavissa

<http://www.profibus.com/technology/wireless/for-pa/> [viitattu 1.5.2011]

Profinet 2011. Saatavissa <http://www.profibus.com/technology/profinet/overview/>
[viitattu 1.5.2011]

Profinet FA 2011. Saatavissa <http://www.profibus.com/technology/profinet/for-fa/>
[viitattu 1.5.2011]

Profinet PA 2011. Saatavissa <http://www.profibus.com/technology/profinet/for-pa/>
[viitattu 1.5.2011]

Savolainen J & Vaittinen R, 2007. Sääntötekniikan perusteita. Helsinki: Tekijät ja Suomen robotiikkayhdistys ry.

Siemens. 2006. Simatic DP/DP Coupler Manual Edition 2/2006

TuneUp User's Guide. 1998a TuneUp Standard A Versatile and Easy to Use Tuning Package for Use with Windows NT/95/98. Espoo: Control CAD Oy

TuneUp User's Guide. 1998b. TuneUp A Versatile and Easy to Use Tuning Package for Use with Windows NT/95 and MATLAB. Espoo: Control CAD Oy

OHJE

PROFIBUS-KENTTÄVÄYLÄLIITYNTÄ VIRTAPROSESSIN PINNANSÄÄ-
TÖPIIRIN VIRITTÄMISEKSI TUNEUP-OHJELMISTOLLA

1 YLEISTÄ

Ohjattava virtausprosessi on automaatiolaboratoriossa. Prosessissa pumpataan vettä keräilysäiliöstä yläsäiliöön 1, jonka pintaa säädetään pumpun pyörimisnopeutta muuttamalla. Käytettävät IO-liitännät ovat Siemensin S7 300 -sarjan liityntäkortteja. Kortit on asennettu virtausprosessin ohjauskaappiin.

Virtausprosessin laitteita ohjataan MetsoDna-järjestelmästä. Valvomolaitteet ovat automaatiolaboratorion valvomotilassa.

2 SIEMENS S7 300 OHJELMOITAVA LOGIIKKA

Ennen kuin prosessia voidaan ajaa, on logiikkakaappiin kytkettävä virta. Painikkeet ja virtakytkimet löytyvät ohjauskaapin etupanelista, päävirtakytkin sivuseinästä.

Avaamalla ohjauskaapin voi tarkistaa, että DP/DP-linkin merkkivalot näyttävät linkin olevan toimintakunnossa.

Seuraavaksi on tarkistettava, että logiikassa on ladattuna ohjelma, jolla voi ajaa virtausprosessin osaa MetsoDna-järjestelmästä. Tarvittaessa ohjelma on ladattava ohjelmoitavaan logiikkaan. Ohjelma löytyy nimellä MetsoProfibus_ohjaus2011.

Pääohjelma on lohossa FC-100. Pääohjelmaa kutsuu operointilohko OB35.

Ohjelma kirjoittaa muistipaikkoihin tiedot IO-korteilta. Tiedot luetaan MetsoDna-järjestelmässä. MetsoDna-järjestelmästä kirjoitettavat ohjaukset luetaan myös määrättyihin muistipaikkoihin ja siirretään IO-korteille.

3 TIEDONSIIRTO

Jos tiedonsiirrossa Siemens S7:n ja MetsoDna:n välillä on vikaa, voi tiedonsiirtoa tarkastella automaatiolaboratorion ohjelmointitilan EASilla. Käynnistämällä VNC-viewerin (salasana pw4ruser) saa näkyviin DP-monitorin.

MetsoDna-järjestelmän Profibus-liittymän määrittely löytyy Function Explorerin package-hierarkiasta nimellä AP03_m3. Määrittelyn sisältöä voi tarkastella, kun avaa tiedoston. Jos määrittelyä tarvitsee muuttaa, pitää muutettu määrittely tallentaa, sen jälkeen exportoida, tarkistaa aikaleimasta, että muutos on tallentunut MetsoDna-järjestelmään ja sen jälkeen ladata järjestelmään online-komennolla.

4 METSODNA

MetsoDna-järjestelmässä virtausprosessiin liittyvät ohjelmat on valmiiksi ladattu järjestelmään. Ohjelmia voi tarkastella EASilta käynnistettävän Function Explorerin avulla. Ohjelmat löytyvät prosessialueäkymässä Virtausprosessi2009-hakemistosta.

Prosessia ajetaan automaatiolaboratorion valvomohuoneesta. Virtausprosessi löytyy kaavionäyttösivulta 70.2.

Kun pumppu P1 käynnistetään, venttiilit HV1 ja HV3 ohjataan automaatile. Automaatilla venttiilit seuraavat pumpun P1 käyntitietoa, avautuvat pumpun käynnistyessä ja sulkeutuvat pumpun pysähtyessä. Käyttäjä voi vaihtaa tilan manuaalille halutesaan. Jos yläsäiliön 1 pinta on alle alarajan, ei venttiili HV3 avaudu.

Pinnansäätöpiiri LIC1 on käyttäjän vapaasti operoitavissa. Pintaa säädetään pumpun taajuusmuuttajan avulla.

5 TUNEUP-OHJELMISTO

TuneUp-ohjelmisto on valmiiksi asennettuna, ohjelma käynnistetään samalta päätteeltä, millä prosessia ajetaan.

Käynnistä DamaticXD DDE-Server ennen TuneUp-ohjelmistoa, muista antaa salasana.

Kun TuneUp-ohjelmisto on käynnistetty, valitaan ensin olemassa oleva projekti tai tehdään uusi. Kun projekti on avattuna, valitaan piirit, joita halutaan virittää (tässä sovelluksessa niitä on vain yksi, LIC1). Valituille piireille käynnistetään tiedonkeruu,

jonka valmistuttua tallentuvat tietokantaan. Tämän jälkeen tiedot on ladattava työtilaan. Tässä kohtaa mittaustietoja on mahdollista muokata, jos on tarvetta. Kun tiedot ovat sellaisia, että niitä voidaan käyttää virityksessä, käynnistetään säätöpiirin viritys.

Ohjelma laskee viritysparametrit ja näyttää sekä voimassaolevat että lasketut parametrit. Käyttäjä voi joko hyväksyä lasketut arvot tai muuttaa niitä. Kun parametrit ovat kunnossa, ne ladataan käyttöön automaatiojärjestelmään. On vielä syytä tarkistaa, että arvot ovat siirtyneet järjestelmään oikein.

Tarkempia tietoja ohjelmiston käytöstä saa käyttäjän oppaasta, TuneUp Standard User's Guide, joka löytyy sähköisenä EASin kovalevyältä.

6 METSODNA BUGGERI

Jos on tarvetta tarkastella MetsoDna-järjestelmän piirien sisäisiä arvoja, voi siihen käyttää buggeria. Buggeri käynnistetään antamalla komentotilassa seuraava komento: start slot 10.

Buggerilla on kaksi toimintamoodia, systeemimoodi, jonka kehoite on s ja sovellusmoodi, jonka kehoite on a. Moodia vaihdetaan komennolla t (toggle mode).

Esimerkkejä:

Komento "m v :e:pr:LIC1:cmode" näyttää säätöpiirin LIC1 säätimen muuttujan cmode arvon, jonka voi muuttaa antamalla riville uuden arvon. Lopuksi ohjelma varmistaa, halutaanko arvo muuttua. Vastaamalla y(es) arvo muuttuu.

Komento "p v :e:pr:LIC1.F:lcoa:out" näyttää piirissä LIC1 olevan kopiointi toimilohkon lcoa lähdön out arvon.

Huom!

Buggerilla tehdyt muutokset päivittyvät vain järjestelmään. Jos ohjelmapiiri ladataan uudelleen järjestelmään, katoavat buggerilla tehdyt muutokset. Jos muutokset halutaan pysyviksi, on ne tehtävä piiriin FbCadilla.

FC100 - <offline>

"

Name: **Family:**
Author: **Version:** 0.1
Block version: 2
Time stamp Code: 05/03/2011 03:38:41 PM
Interface: 04/04/2011 11:25:39 AM
Lengths (block/logic/data): 00268 00152 00010

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC100 Kutsutaan OB35:sta

OB35 kutsuu 980 ms välein, Offset 300 ms (ei tarvitse välttämättä)
Huom! Metsossa sovelluskutsutaan 1000 ms välein. Vältä samalla jaollisia aikoja!

Jos luku ja kirjoitus tapahtuvat samaan aikaan kuin Metson sovellusta kutsutaan
saattaa Metso saada 0-arvot.

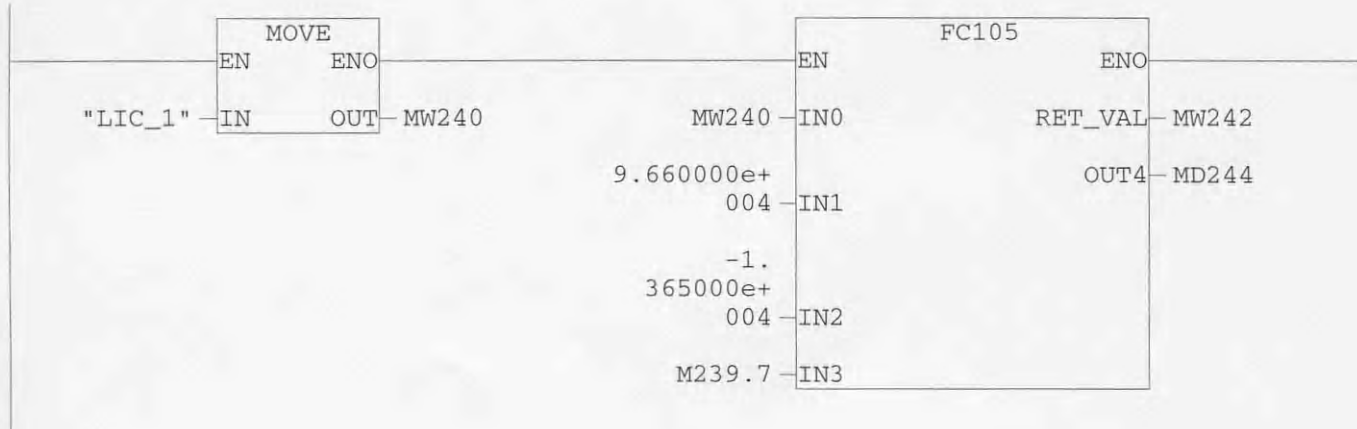
Network: 1 Ylasailion 1 alaraja**Network: 2 Ylasailion 1 ylaraja**

Network: 3 Keräilyssäiliön alaraja (kuiva käyntisuoja) To Metso



Network: 4 Pintamittauksen skaalaus To Metso

LIC_1 mittauksen min-max: Pinta ala-arvo HEX 0808 = DEC 2056
ylä arvo HEX 2DE8 = DEC 11752



Network: 5 Pintamittauksen muokkaus To Metso

To Metso min-max: 0 - 32767 = valvomossa 0 - 100%



Network: 6 Pumpun käy-/seisohjaus From Metso



Network: 7 Pumpun käynnistysventtiili From Metso



Network: 8 Yläsäiliön 1 tyhjennysventtiili From Metso



Network: 9 P1 nopeus From Metso

